

<b>C I G</b>	<b>Odorizzazione e odorizzanti di gas per uso domestico distribuiti a mezzo tubazioni o allo stato liquido in bidoni</b> <i>Caratteristiche e prove; tecnica della odorizzazione; tipi e dosaggio degli odorizzanti; sistemi di controllo</i>	<b>UNI</b> <b>7133-72</b>
--------------	--	------------------------------

Odorization and odorizers for gas for domestic use, distributed through pipings or liquified gas in cylinders - Characteristics and test rules for odorizers; odorization technique; types and doses of odorizers; control systems

Dimensioni in mm

## 1. Generalità <sup>1)</sup>

### 1.1. Scopo

La presente norma ha lo scopo di:

- fissare alcune caratteristiche fisiche e chimiche degli odorizzanti, nonché le modalità di prova per determinarle;
- definire i concetti informativi della tecnica dell'odorizzazione dei gas;
- stabilire tipi e dosaggio degli odorizzanti;
- fissare i sistemi di controllo delle intensità di odore così da migliorare la sicurezza nell'impiego del gas.

### 1.2. Oggetto

La presente norma si riferisce in particolare agli odorizzanti liquidi per i gas distribuiti per uso domestico, sia a mezzo tubazioni, sia allo stato liquido in bidoni.

## 2. Caratteristiche degli odorizzanti

### 2.1. Odorizzanti per gas distribuiti a mezzo tubazioni

- 2.1.1. Il potere odorante deve essere maggiore od uguale a  $1 \text{ m}_{\text{st}}^3$  di aria al milligrammo di odorizzante.
- 2.1.2. Il limite massimo dello stimolo deve essere minore o uguale a  $100 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$  di aria.
- 2.1.3. L'odore deve essere caratteristico, sgradevole e di tipo costante a qualsiasi concentrazione in aria.
- 2.1.4. L'assuefazione all'odore non deve essere maggiore dell'80% dopo 5 min, quando l'intensità di odore iniziale è compresa fra 3 e 4  $\Delta$  (vedere appendice della UNI 7092-72).
- 2.1.5. L'odorizzante deve bruciare completamente alle prescritte concentrazioni nel gas senza dar luogo ad alcun odore.
- 2.1.6. La solubilità dell'odorizzante in acqua deve essere minore o uguale al 2% in volume.
- 2.1.7. La curva di distillazione deve avere i seguenti requisiti:
- punto iniziale di distillazione  $T_i$ : non maggiore di 120 °C;
  - distillato: almeno il 90% dell'odorizzante deve distillare alla temperatura di  $T_i + 60$  °C;
  - residuo massimo: 2% in volume.
- 2.1.8. L'odorizzante non deve causare né depositi né residui negli apparecchi di regolazione e nelle spie.
- 2.1.9. L'odorizzante non deve essere corrosivo alle prescritte concentrazioni nel gas.
- 2.1.10. In presenza dei componenti del gas ed a contatto delle tubazioni l'odorizzante non deve modificare sensibilmente le sue caratteristiche chimiche e fisiche: in particolare la sua curva di intensità di odore in queste condizioni deve essere prossima a quella del prodotto originario.  
Il massimo scarto ammesso, entro il campo da 1 a 4  $\Delta$ , è di  $\pm 0,5 \Delta$ .
- 2.1.11. In caso di odorizzazione a lambimento, i residui dell'odorizzante, dopo evaporazione del 70% del volume iniziale, devono avere:
- la curva di intensità prossima a quella del prodotto originario, massimo scarto ammesso:  $\pm 0,5 \Delta$ ;
  - la tensione di vapore a 37,5 °C maggiore del 30% di quella del prodotto originario.

### 2.2. Odorizzanti per gas distribuiti allo stato liquido in bidoni

- 2.2.1. Il potere odorante deve essere maggiore o uguale a  $1 \text{ m}_{\text{st}}^3$  di aria al milligrammo di odorizzante.
- 2.2.2. Il limite massimo dello stimolo deve essere minore o uguale a  $100 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$  di aria.
- 2.2.3. L'odore deve essere: caratteristico, sgradevole e di tipo costante a qualsiasi concentrazione in aria.
- 2.2.4. L'assuefazione all'odore non deve essere maggiore dell'80% dopo 5 min, quando l'intensità di odore iniziale è compresa fra 3 e 4  $\Delta$ .
- 2.2.5. L'odorizzante deve bruciare completamente alle prescritte concentrazioni nel gas senza dar luogo ad alcun odore.
- 2.2.6. La solubilità dell'odorizzante in acqua deve essere minore o uguale al 2% in massa.
- 2.2.7. La curva di distillazione deve avere i seguenti requisiti:
- punto iniziale di distillazione  $T_i$ : non maggiore di 120 °C;
  - distillato: almeno il 90% dell'odorizzante deve distillare alla temperatura di  $T_i + 60$  °C;
  - residuo massimo: 2% in volume.

(segue)

<sup>1)</sup> Per i termini e le definizioni, vedere UNI 7132-72.

- 2.2.8. L'odorizzante non deve causare né depositi né residui negli apparecchi di regolazione e nelle spie.
- 2.2.9. L'odorizzante non deve essere corrosivo alle prescritte concentrazioni nel gas.
- 2.2.10. L'odorizzante deve evaporare progressivamente insieme al gas di petrolio liquefatto in modo che l'intensità di odore, a parità di concentrazione del gas in aria, non vari oltre  $\pm 0,5 \Delta$  dall'inizio alla fine dell'evaporazione.
- 2.2.11. L'odorizzante deve essere solubile nei gas di petrolio liquefatti nella proporzione di almeno 400 mg/kg di gas di petrolio liquefatto.

### 3. Odorizzazione dei gas combustibili

#### 3.1. Coefficiente di sicurezza

È fissato uguale a 5.

#### 3.2. Concentrazione di allarme $X_g$

##### 3.2.1. Gas privi di CO

La concentrazione percentuale di allarme è data dal rapporto:

$$X_g = \frac{\text{limite inferiore d'infiammabilità } 2)}{\text{coefficiente di sicurezza}}$$

##### 3.2.2. Gas contenenti CO

La concentrazione percentuale di allarme è data dal valore più piccolo ottenuto dai seguenti rapporti:

$$X_{1g} = \frac{\text{limite inferiore d'infiammabilità } 2)}{\text{coefficiente di sicurezza}}$$

$$X_{2g} = 100 \frac{0,025}{\text{tenore percentuale di CO nel gas}}$$

essendo fissato a 0,025% il massimo tenore di CO ammissibile in aria.

#### 3.3. Intensità di odore del gas alla concentrazione di allarme

Detta intensità deve essere al minimo  $2 \Delta$ , in qualsiasi punto della rete di distribuzione, della tubazione di trasporto o alla valvola del bidone.

##### 3.3.1. Gas da non odorizzare

Se l'intensità di odore del gas alla concentrazione di allarme è uguale o maggiore di  $2 \Delta$  non bisogna immettere dell'odorizzante.

##### 3.3.2. Gas da odorizzare

Se l'intensità di odore del gas alla concentrazione di allarme è minore di  $2 \Delta$  è necessario ricorrere all'odorizzazione. È consigliabile non superare i  $3 \Delta$ .

### 4. Modalità delle prove olfattive

#### 4.1. Generalità

La maggior difficoltà che ostacola una perfetta risoluzione del problema dell'odorizzazione dei gas è la mancanza di apparecchi per la misura oggettiva dell'intensità di odore.

È pertanto necessario ricorrere al senso dell'odorato di sperimentatori che esprimono il loro giudizio in base a valutazioni soggettive.

Ne deriva la necessità di normalizzare i principi, le modalità operative ed i procedimenti di elaborazione dei risultati delle prove.

#### 4.2. Apparecchiatura

Per rendere confrontabili e riproducibili le prove, utilizzando razionalmente il senso dell'odorato degli sperimentatori, occorre innanzi tutto definire in che modo si devono condurre le prove e con quali apparecchi. A tal fine si utilizzano la camera di prova o gli odorimetri.

##### 4.2.1. La camera di prova, il cui volume non è di regola maggiore di 20 m<sup>3</sup>, e l'anticamera (avente solo funzioni di transito)

sono interamente ricoperte di materiali che non assorbono gli odori (per esempio fogli di alluminio).

Gli sperimentatori, che possono soggiornarvi, si trovano in condizioni simili alla realtà dei casi pratici.

All'interno, ventilatori mescolano il fluido odoroso con l'aria ambiente prima dell'ingresso degli sperimentatori.

(segue)

2) È espresso in percento di gas in aria.

I tubi di adduzione del fluido odoroso devono essere di vetro; occorre procedere sovente alla loro pulizia per evitare un ristagno di odore.

La temperatura della camera di prova deve essere di regola compresa tra 15 e 25 °C e deve essere in tutti i casi il più possibile uguale a quella del locale dove risiedono d'abitudine gli sperimentatori.

L'umidità relativa deve essere prossima a quella dei locali in cui si trattengono gli operatori fra una prova e l'altra. All'esterno, apparecchi di precisione, tra cui misuratori volumetrici, bilance e microsiringhe, permettono la misura, il dosaggio e l'immissione nella camera dei fluidi odorosi in esame.

Si può montare un estrattore per rinnovare rapidamente l'aria nella camera dopo ogni prova.

**4.2.2.** Gli odorimetri, che generalmente sono apparecchi portatili, leggeri e di piccolo volume, emettono da un imbuto una miscela di fluido odoroso e d'aria in proporzioni note.

I tubi di adduzione del fluido odoroso all'apparecchio devono essere privi di odore.

La temperatura ambiente deve essere maggiore di 5 °C.

Le prove con l'odorimetro devono essere eseguite in atmosfera o locali privi di odore e, se esse si svolgono in officina o sulla rete di distribuzione del gas, a monte di eventuali fonti di odore rispetto alla direzione del vento.

### **4.3. Squadra di sperimentatori**

La squadra di sperimentatori è composta da 1 tecnico e da 2 o 4 operatori rino-analisti, secondo le determinazioni da effettuare.

Il tecnico incaricato della preparazione delle miscele e della raccolta dei dati non deve partecipare alle prove con gli altri rino-analisti.

Gli sperimentatori devono essere in grado di esprimere in gradi olfattivi le loro sensazioni olfattive di intensità di odore e devono soprattutto dare dei giudizi costanti nel tempo. Di conseguenza non è necessario cercare degli individui dotati di un senso dell'odorato troppo acuto, ma degli individui normali in buone condizioni di salute che, nel tempo, ripetano le stesse valutazioni per le stesse concentrazioni di fluido odoroso in aria.

Per il loro addestramento si ricorre ad un prodotto campione che, miscelato con aria a concentrazioni determinate, dà luogo ad intensità di odore corrispondenti ai diversi gradi olfattivi.

Per non falsare le determinazioni, gli sperimentatori non devono fumare negli intervalli tra una prova e l'altra, né adoperare dei profumi.

L'addestramento della squadra degli sperimentatori, facilitato se si dispone di una camera di prova, può essere fatto anche mediante un odorimetro e richiede mediamente qualche giorno.

### **4.4. Esecuzione delle prove**

**4.4.1.** Determinazione della curva d'intensità di odore di un gas

– squadra: 1 tecnico e 4 operatori;

– prima prova: alla concentrazione dell'1% di gas in aria;

– prove successive (vedere punto 4.5.): devono essere condotte per ciascuna delle concentrazioni corrispondenti ai valori

$$1,0 \times 10^m$$

$$1,8 \times 10^m$$

$$3,2 \times 10^m$$

$$5,5 \times 10^m$$

facendo variare  $m$  (numero intero  $\neq 0$ ) fino a comprendere tutto il campo delle intensità di odore;

– numero di prove (uguale per ogni concentrazione): per una ricerca rigorosa, 10 prove. Nella pratica corrente il numero delle prove può essere ridotto, ma non al di sotto di 3, per conservare ancora una precisione sufficiente.

La successione delle prove deve essere del tutto aleatoria (non deve cioè seguire un ordine prestabilito) in modo da evitare qualsiasi influenza preventiva sul giudizio degli sperimentatori.

**4.4.2.** Controllo delle caratteristiche olfattive di un gas in base alla sua curva d'intensità di odore già determinata

– squadra: 1 tecnico e 4 operatori;

– prima prova: alla concentrazione dell'1% di gas in aria;

– prove successive (vedere punto 4.5.): devono essere condotte per ciascuna delle concentrazioni corrispondenti ai valori

$$1,0 \times 10^m$$

$$3,2 \times 10^m$$

facendo variare  $m$  (numero intero  $\neq 0$ ) fino a comprendere tutto il campo delle intensità di odore;

– numero di prove (uguale per ogni concentrazione): non meno di 3 prove in successione aleatoria.

**4.4.3.** Determinazione dell'intensità di odore di un gas ad una determinata concentrazione  $X$  ( $X$  corrisponde generalmente alla concentrazione di allarme)

– squadra: 1 tecnico e 2 operatori;

– prima prova: alla concentrazione  $X$  prefissata;

– prove successive (vedere punto 4.5.): tra le concentrazioni

$$1,0 \times 10^m$$

$$1,8 \times 10^m$$

$$3,2 \times 10^m$$

$$5,5 \times 10^m$$

(segue)

si eliminano quella che precede e quella che segue immediatamente **X**. Le prove devono essere effettuate per **X** e per le due concentrazioni, una maggiore ed una minore, che restano più vicine.

Non si effettuano le prove alla sola concentrazione **X**, per evitare ogni influenza preventiva sul giudizio degli sperimentatori.

Le prove devono essere condotte a concentrazioni convenientemente distanziate tra di loro in modo che le intensità di odore corrispondenti siano sufficientemente differenziate<sup>3)</sup>;

- numero di prove (uguale per ogni concentrazione): non meno di 3 in successione aleatoria.

#### 4.4.4. Determinazione della curva d'intensità di odore di un odorizzante

- squadra: 1 tecnico e 4 operatori;

- prima prova: ad una concentrazione di odorizzante in aria compresa tra 1,0 e 1,8 mg/m<sup>3</sup><sub>st</sub>;

- prove successive (vedere punto 4.5.): devono essere condotte per ciascun intervallo<sup>4)</sup> compreso tra i valori

$$1,0 \times 10^m \div 1,8 \times 10^m$$

$$1,8 \times 10^m \div 3,2 \times 10^m$$

$$3,2 \times 10^m \div 5,5 \times 10^m$$

$$5,5 \times 10^m \div 10,0 \times 10^m$$

facendo variare **m** (numero intero  $\neq 0$ ) fino a comprendere tutto il campo delle intensità di odore;

- numero di prove (uguale per ogni intervallo): per una ricerca rigorosa, 10 prove in successione aleatoria.

Nella pratica corrente il numero delle prove può essere ridotto, ma non al di sotto di 3, per conservare ancora una precisione sufficiente.

Ogni intervallo comprende il suo limite inferiore e non quello superiore<sup>5)</sup>.

#### 4.4.5. Controllo delle caratteristiche olfattive di un odorizzante in base alla sua curva d'intensità di odore già determinata

- squadra: 1 tecnico e 4 operatori;

- prima prova: ad una concentrazione di odorizzante in aria compresa tra 1,0 e 1,8 mg/m<sup>3</sup><sub>st</sub>;

- prove successive (vedere punto 4.5.): saranno condotte per ciascun intervallo compreso tra i valori

$$1,0 \times 10^m \div 1,8 \times 10^m$$

$$3,2 \times 10^m \div 5,5 \times 10^m$$

facendo variare **m** (numero intero  $\neq 0$ ) fino a comprendere tutto il campo delle intensità di odore;

- numero di prove (uguale per ogni intervallo): non meno di 3 prove, in successione aleatoria.

#### 4.5. Tempo intercorrente tra due prove successive

È necessario lasciar trascorrere un certo tempo tra due prove successive per permettere agli operatori di recuperare la sensibilità olfattiva.

I tempi minimi di intercorrenza in funzione dell'intensità di odore sono indicati nel diagramma seguente.

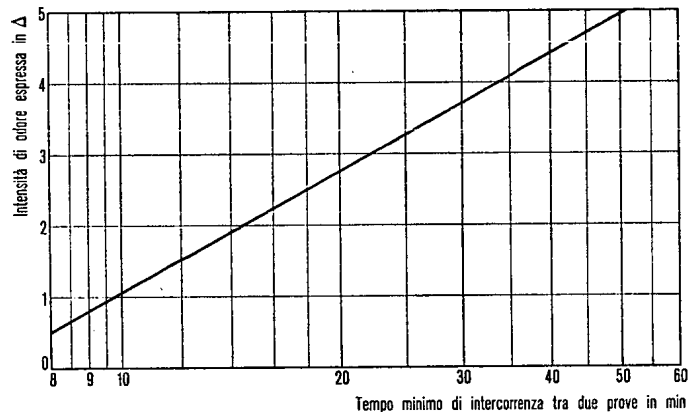


Fig. 1 - Tempi minimi di intercorrenza

(segue)

3) Per esempio:  $X = 7,5 \times 10^{-2}$

essendo **X** compresa tra  $5,5 \times 10^{-2}$  e  $1,0 \times 10^{-1}$  (valori da eliminare), le prove saranno effettuate per le concentrazioni seguenti:

$$3,2 \times 10^{-2}$$

**X**

$$1,8 \times 10^{-1}$$

4) Per intervallo si intende il campo compreso fra due concentrazioni.

5) Per esempio:

Intervalli

I)  $1,0 \times 10^{-1} \div 1,8 \times 10^{-1}$

II)  $1,8 \times 10^{-1} \div 3,2 \times 10^{-1}$

Il punto  $1,0 \times 10^{-1}$  appartiene al primo intervallo. Il punto  $1,8 \times 10^{-1}$  appartiene invece al secondo.

Oltre all'intervallo di tempo previsto, è necessario evitare che le prove a bassa intensità di odore seguano immediatamente quelle ad intensità molto elevata.

#### 4.6. Raccolta dei dati

Ogni operatore, senza comunicare con gli altri, annota il suo giudizio, espresso soltanto in unità  $\Delta$  e  $0,5 \Delta$ . I giudizi relativi ad ogni prova sono raccolti dal tecnico incaricato di condurre l'esperienza e riportati su un modulo, con la loro media aritmetica e con la concentrazione del fluido odoroso in aria alla quale è stata effettuata la prova: essa è valida soltanto se i giudizi degli sperimentatori differiscono tra di loro non più di  $1 \Delta$ . In caso contrario la singola prova deve essere ripetuta.

#### 4.7. Elaborazione dei risultati delle prove olfattive

##### 4.7.1. Rappresentazione grafica

La rappresentazione grafica è effettuata su diagramma semilogaritmico ortogonale.

##### 4.7.1.1. Coordinate

- in ascisse: logaritmi decimali delle concentrazioni del fluido odoroso in aria;
- in ordinate: intensità di odore espresse in  $\Delta$ .

##### 4.7.1.2. Punto rappresentativo di ogni prova

- in ascisse: percentuale di gas in aria o milligrammi di odorizzante al metro cubo "standard" di aria;
- in ordinate: media aritmetica delle intensità di odore valutate dagli operatori.

##### 4.7.2. Determinazione della curva d'intensità di odore

##### 4.7.2.1. Elaborazione preliminare dei dati sperimentali

Per facilitare i calcoli per la determinazione della curva d'intensità di odore, occorre ridurre il numero dei dati sperimentali.

Se è stato applicato il metodo per i gas, per ogni concentrazione si determina un punto medio unico, la cui intensità  $I$  è data dalla formula:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^N I_i}{N}$$

dove  $N$  è il numero dei risultati sperimentali a detta concentrazione.

Se invece è stato applicato il metodo per gli odorizzanti, si determina un punto medio unico per ogni intervallo. La concentrazione  $X$  e l'intensità di odore  $I$  sono date rispettivamente dalle formule:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$I = \frac{\sum_{i=1}^N I_i}{N}$$

dove  $N$  è il numero di risultati sperimentali compresi in tale intervallo.

##### 4.7.2.2. Interpolazione

L'interpolazione dei punti, che deve essere effettuata con il metodo dei minimi quadrati, permette di determinare la curva d'intensità di odore.

##### 4.7.2.2.1. Retta

In prima approssimazione, praticamente accettabile nella maggior parte dei casi, si può effettuare l'interpolazione con una retta.

Si scartano i valori minori di  $0,5 \Delta$  o maggiori di  $4,5 \Delta$ .

L'equazione generale della retta è

$$I = K \lg X + K'$$

dove:  $I$  è l'intensità di odore;

$K$  è il parametro che definisce la pendenza della retta;

$X$  è la concentrazione del fluido odoroso in aria;

$K'$  è il parametro che definisce lo spostamento della retta rispetto all'origine.

(segue)

Per determinare  $K$  e  $K'$ , essendo  $N$  il numero dei dati sperimentali, si calcolano i valori:

$$L = \sum_{i=1}^N \lg X_i$$

$$M = \sum_{i=1}^N I_i$$

$$A = \sum_{i=1}^N (\lg X_i)^2$$

$$B = \sum_{i=1}^N I_i \lg X_i$$

e quindi:

$$K = \frac{B N - L M}{A N - L^2}$$

$$K' = \frac{1}{N} (M - K L)$$

#### 4.7.2.2.2. Curva ad S

Quando si richiede una maggior precisione, ed in particolare per la determinazione esatta del valore di soglia, è necessario effettuare l'interpolazione con una curva.

Si considerano tutti i punti.

L'equazione scelta per rappresentare la curva è la seguente:

$$I = \frac{5,5}{1 + \beta e^{-\gamma \lg X}} - 0,25$$

dove:  $I$  è l'intensità di odore;

$X$  è la concentrazione del fluido odoroso in aria;

$\beta$  è il parametro che definisce lo spostamento della curva rispetto all'origine;

$\gamma$  è il parametro che definisce la pendenza della curva.

Per determinare  $\beta$  e  $\gamma$  si pone:

$$Y = \frac{5,5}{I + 0,25} - 1$$

ed essendo  $N$  il numero dei dati sperimentali si calcola:

$$C = \sum_{i=1}^N \ln Y_i = \sum_{i=1}^N 2,302 59 \lg Y_i$$

$$D = \sum_{i=1}^N \lg X_i$$

$$E = \sum_{i=1}^N \lg X_i \ln Y_i = \sum_{i=1}^N \lg X_i \cdot 2,302 59 \lg Y_i$$

$$F = \sum_{i=1}^N (\lg X_i)^2$$

$$G = \frac{C F - D E}{N F - D^2}$$

e quindi:

$$\beta = e^G$$

$$\gamma = \frac{N G - C}{D}$$

#### 4.7.3. Controllo delle caratteristiche olfattive di un fluido odoroso rispetto alla sua curva d'intensità di odore già determinata

I risultati delle prove vengono riportati sul diagramma sul quale è già stata tracciata la curva d'intensità di odore determinata in precedenza.

Le caratteristiche olfattive del fluido esaminato si considerano invariate se i punti rappresentativi sono distribuiti uniformemente a destra ed a sinistra della curva e non ne distano più di  $0,5 \Delta$  misurati sulle ordinate.

#### 4.7.4. Determinazione dell'intensità di odore di un gas ad una determinata concentrazione $X$

Con il metodo dei minimi quadrati si traccia il segmento rappresentativo dei risultati sperimentali ottenuti.

L'intersezione del segmento con la parallela per  $X$  all'asse delle ordinate permette di determinare l'intensità di odore cercata.

L'estrapolazione del segmento non ha significato.

(segue)

#### 4.7.5. Controlli analitici

Analoghi controlli, per i gas e gli odorizzanti che figurano nell'appendice C, possono essere eseguiti con metodi analitici indicati nell'appendice D.

Mediante tali metodi, si controlla se la quantità di odorizzanti presente nel gas corrisponde al tenore prefissato dall'appendice C.

### 5. Determinazione delle caratteristiche degli odorizzanti per gas distribuiti a mezzo tubazioni e allo stato liquido in bidoni

La manipolazione degli odorizzanti deve essere effettuata alle temperature più basse possibili, avendo cura di mantenere, salvo prescrizioni particolari, i prodotti ed i recipienti da utilizzare nelle prove a temperature di circa 10 °C. Si devono usare contenitori ed accessori di vetro rigorosamente puliti ed asciutti.

#### 5.1. Potere odorante

(vedere punti 2.1.1. e 2.2.1.)

Il potere odorante si deduce dalla curva di intensità di odore determinata secondo il metodo per gli odorizzanti (vedere punto 4.4.4.).

#### 5.2. Limite massimo dello stimolo

(vedere punti 2.1.2. e 2.2.2.)

Il limite massimo dello stimolo si ricava dalla curva di intensità di odore di cui al punto 5.1.

#### 5.3. Tipo di odore

(vedere punti 2.1.3. e 2.2.3.)

Per ogni prova condotta per la determinazione della curva di intensità di odore di cui al punto 5.1., gli sperimentatori accertano anche il tipo di odore, ne stabiliscono la costanza al variare della concentrazione dell'odorizzante e ne valutano la sgradevolezza.

#### 5.4. Assuefazione

(vedere punti 2.1.4. e 2.2.4.)

La determinazione viene effettuata da una squadra di sperimentatori composta da 1 tecnico e da 4 operatori (vedere punto 4.3.). L'odorizzante viene introdotto nella camera di prova in modo da ottenere una intensità di odore iniziale compresa fra 3 e 4  $\Delta$ .

Gli sperimentatori permangono nella camera di prova ed ogni minuto valutano l'intensità di odore fino a che questa è giudicata minore del 20% del valore iniziale.

#### 5.5. Combustione

(vedere punti 2.1.5. e 2.2.5.)

Si alimenta per 15 min un bruciatore perfettamente regolato con gas naturale previamente odorizzato.

La quantità di odorizzante immesso deve essere uguale a mille volte la quantità occorrente per ottenere 4  $\Delta$ , quando l'odorizzante stesso è diluito in aria <sup>6)</sup>.

La squadra di sperimentatori non deve avvertire alcun odore durante la combustione.

#### 5.6. Solubilità

(vedere punti 2.1.6. e 2.2.6.)

20 cm<sup>3</sup> di odorizzante vengono aggiunti a 100 cm<sup>3</sup> di H<sub>2</sub>O distillata contenuta in un cilindro graduato di vetro con tappo smerigliato (vedere figura 2).

(segue)

6) Se occorrono 10 mg di odorizzante in 1 m<sup>3</sup> di aria per ottenere l'intensità di odore 4  $\Delta$ , a un gas inodoro contenente il 25% di CO ne occorreranno 1 000 x 10 perché si abbia la stessa intensità di odore 4  $\Delta$  quando la concentrazione di gas in aria è dell'1‰ (corrispondente allo 0,25 ‰ di CO in aria).

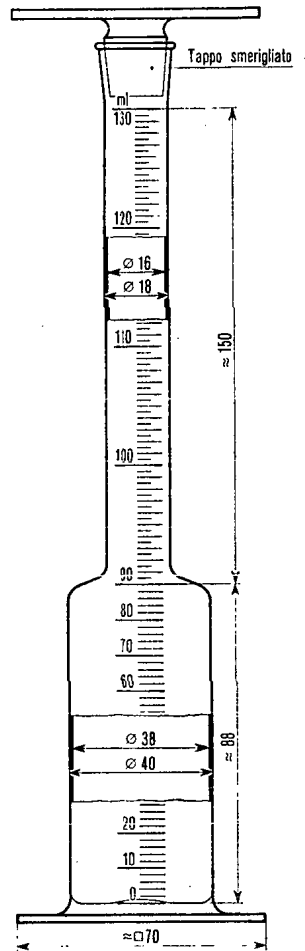


Fig. 2 – Cilindro graduato per prove di solubilità degli odorizzanti

Il cilindro viene posto in posizione orizzontale e così lasciato per 24 h. Trascorso tale tempo si controlla la variazione in volume dell'odorizzante, avendo cura di lasciar scolare completamente le pareti del cilindro. Detta variazione non deve essere maggiore del 2%.

#### 5.7. Curva di distillazione

(vedere punti 2.1.7. e 2.2.7.)

La curva di distillazione viene determinata seguendo il metodo e con l'apparecchiatura indicati nel punto 6.1.

#### 5.8. Residui della combustione

(vedere punti 2.1.8. e 2.2.8.)

Mediante l'apparecchiatura indicata in figura 3 si brucia 1 litro di odorizzante puro alla portata in volume di circa 250 cm<sup>3</sup>/h.

L'odorizzante viene bruciato mediante 4 beccucci per scaldabagno, due aerati e due no, alimentati alla pressione di 2 ÷ 2,5 mbar.

Al termine della prova i fori di aspirazione dell'aria e le luci di uscita dei beccucci devono risultare completamente liberi e privi di depositi.

La prova suddetta garantisce anche circa il buon funzionamento degli apparecchi di regolazione.

(segue)



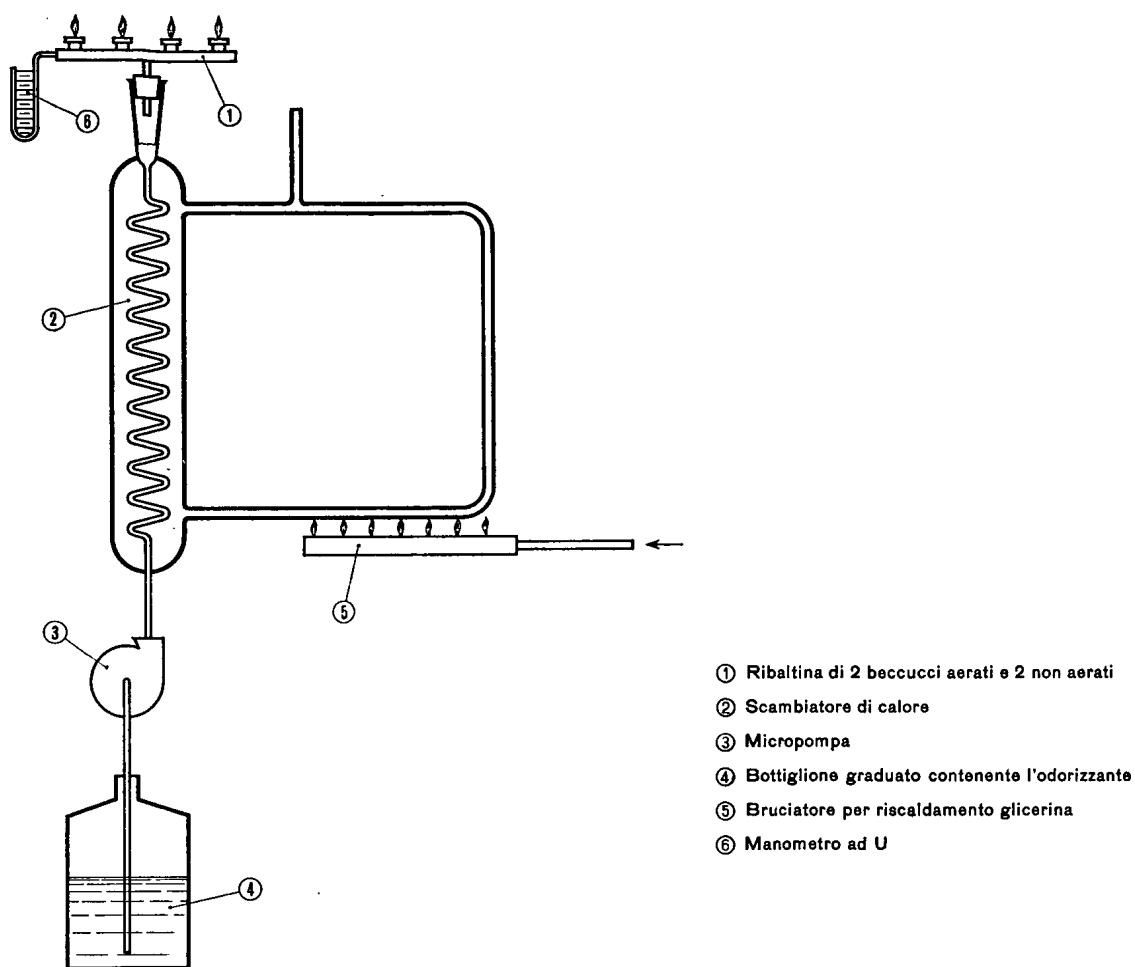


Fig. 3 - Apparecchio per la determinazione dei depositi di combustione degli odorizzanti

### 5.9. Corrosività

(vedere punti 2.1.9. e 2.2.9.)

Tre lamine speculari di acciaio a basso tenore di carbonio delle dimensioni di 50 mm × 30 mm × 0,5 mm con foro da 3 mm, vengono preparate mediante lucidatura alla mola con lamelle flessibili carta N° 100, lucidatura con carta a secco N° 1 e con carte ad umido N° 320-400-600.

Vengono successivamente trattate mediante lavaggio in acqua, alcole, etere e quindi essiccate in stufa a 110 °C per 1 h e raffreddate per 15 h in essiccatore a temperatura ambiente.

Successivamente vengono pesate con bilancia micrometrica con precisione di 0,1 mg e quindi totalmente immerse e sospese per 5 giorni mediante filo inerte in tre recipienti di vetro con tappo smerigliato contenenti 300 ml di acqua distillata satura dell'odorizzante in prova.

Trascorso detto periodo le lamine vengono estratte, lavate con acqua e sottoposte a pulitura mediante immersione per 2 min in soluzione, al 20% di idrossido di sodio bollente, contenente 30 g/l di polvere di zinco. Indi vengono lavate con acqua, alcole, etere, essiccate in stufa a 110 °C per 1 h e raffreddate per 15 h in essiccatore a temperatura ambiente.

Si effettua una seconda serie di pesate.

La diminuzione di massa, assunta come media aritmetica delle variazioni subite dalle tre lamine, non deve essere maggiore di 25 mg al decimetro quadrato e al giorno di immersione.

### 5.10. Costanza delle caratteristiche

(vedere punto 2.1.10.)

In un cilindro di acciaio con diametro di 100 mm e lunghezza di 300 mm munito di disco forato mobile (vedere figura 4) e con superficie interna non verniciata né lucidata, quindi in condizioni di naturale ossidazione, si immettono 20 ml di H<sub>2</sub>O e la quantità di odorizzante prescritta per la prima prova indicata al punto 4.4.5. Quindi si introduce ossigeno fino

(segue)

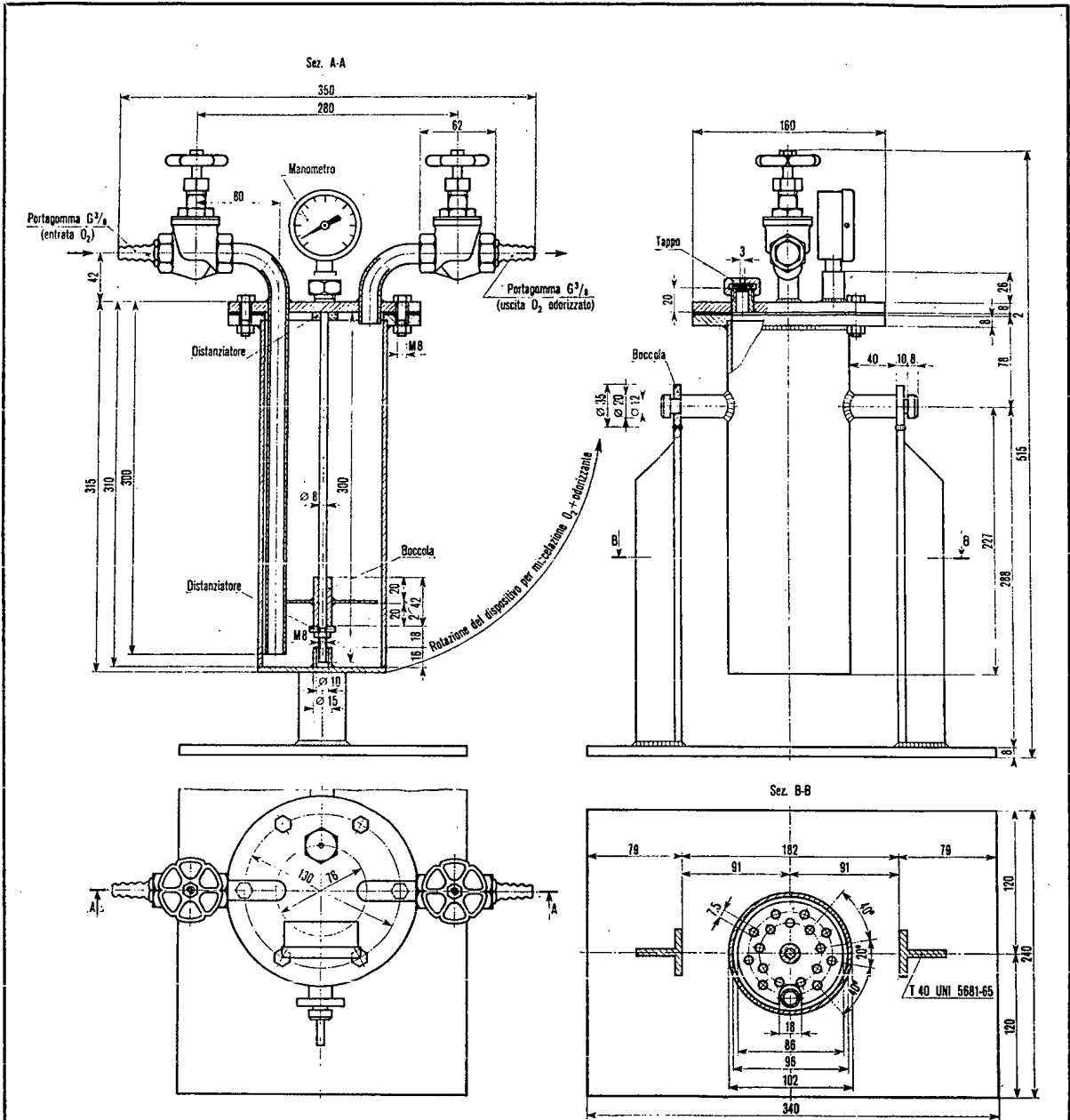


Fig. 4 - Dispositivo per la determinazione della stabilità degli odoranti

a raggiungere la pressione di 1 kgf/cm<sup>2</sup> (0,98 bar). La miscela viene agitata per 4 h mediante oscillazione del cilindro e quindi lasciata in riposo per 14 h. Trascorso questo periodo, il cilindro viene collegato alla camera di prova in cui fluisce tutto il contenuto e l'aria occorrente per il perfetto lavaggio del cilindro stesso.

Le prove successive per il controllo delle caratteristiche olfattive dell'odorizzante vengono eseguite secondo la stessa metodologia, alle concentrazioni indicate al punto 4.4.5.

(segue)

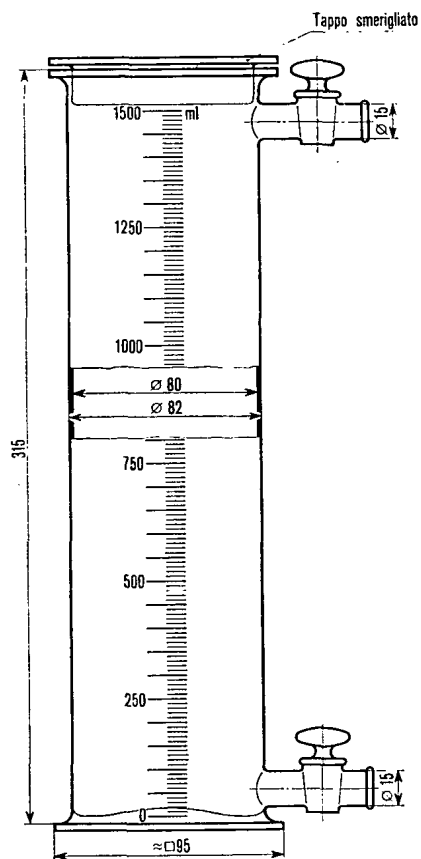


Fig. 5 – Contenitore per prove evaporazione degli odorizzanti

#### 5.11. Odorizzazione a lambimento

(vedere punto 2.1.11.)

Si introducono 600 cm<sup>3</sup> di odorizzante in un contenitore di vetro graduato della capacità di circa 1500 ml (vedere figura 5). Con il contenitore in posizione orizzontale si fa evaporare il 70% circa in volume dell'odorizzante mediante un flusso di metano introdotto a pressione non maggiore di 0,003 kgf/cm<sup>2</sup> (0,003 bar) attraverso il rubinetto inferiore e inviato attraverso il rubinetto superiore a un bruciatore.

Sul residuo:

- si controlla la curva di intensità di odore (vedere punto 4.4.4.);
- si determina la tensione di vapore applicando il metodo Reid (vedere punto 6.2.) e la stessa viene confrontata con quella dell'odorizzante tal quale.

#### 5.12. Evaporazione dell'odorizzante

(vedere punto 2.2.10.)

La squadra di sperimentatori valuta l'intensità di odore di un gas di petrolio liquefatto, prelevato in fase gas da un bidone che ne contiene 10 kg e miscelato con aria ad una determinata concentrazione. L'intensità di odore deve essere compresa fra 1 e 3 Δ.

Evaporata successivamente dal bidone, con un consumo di circa 1 kg/h, una quantità di gas di petrolio liquefatto corrispondente a 9 kg, la squadra di sperimentatori valuta nuovamente l'intensità di odore del gas di petrolio liquefatto rimasto, miscelato con aria alla stessa concentrazione di quella precedente.

Le due intensità di odore, così determinate, non devono differire tra loro di  $\pm 0,5 \Delta$ .

#### 5.13. Solubilità

##### 5.13.1. Apparecchi e prodotti necessari:

- una bilancia analitica da laboratorio;
- una bilancia con divisioni di 5 g e portata di 2 kg;
- un recipiente cilindrico con fondo conico di acciaio inossidabile (vedere figura 6) avente la capacità di circa 2500 ml e le dimensioni indicate in figura.

L'estremità superiore del recipiente è provvista di un coperchio svitabile a tenuta.

(segue)

Il coperchio e il fondo conico devono essere forati e filettati. Nelle filettature devono essere avvitate valvole a spillo con attacco filettato Gc 1/4 di acciaio inossidabile.

Il complesso deve resistere ad una pressione di prova idrostatica di 70 kgf/cm<sup>2</sup> (69 bar) e ad una prova con gas a 35 kgf/cm<sup>2</sup> (34 bar) senza che si riscontrino perdite;

– propano con tenore in zolfo non maggiore di 10 mg/kg.

#### 5.13.2. Procedimento

(vedere punto 2.2.11.)

Sul propano tal quale si esegue la determinazione dello zolfo (vedere punto 6.3.1.).

Sull'odorizzante, previa eventuale opportuna diluizione con adatto solvente esente da zolfo, si esegue la determinazione dello zolfo (vedere punto 6.3.2.).

Quindi, si immette circa 1 g di odorizzante in un recipiente di acciaio inossidabile della capacità di 2 500 cm<sup>3</sup> (vedere figura 6) col coperchio svitato. Si avvista il coperchio e si immette circa 1 kg di propano dalla valvolina superiore. Si agita per 10 min il recipiente in modo da favorire la soluzione della sostanza odorizzante nel propano. Si lascia riposare il tutto per qualche ora, con il recipiente in posizione verticale.

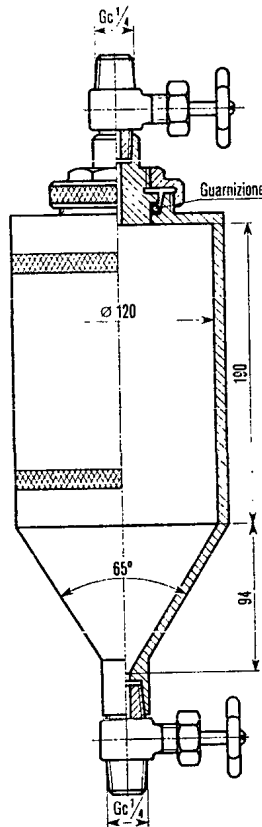


Fig. 6 – Recipiente per la prova di controllo della solubilità delle sostanze odorizzanti in gas di petrolio liquefatti

Con spurghi numerosi ed abbondanti, fino al 25% del propano immesso, si elimina dalla valvolina inferiore l'eventuale eccesso di odorizzante non disciolto.

Si esegue quindi su una porzione del propano rimasto nel recipiente, con l'odorizzante in soluzione, la determinazione dello zolfo (vedere punto 6.3.1.).

Dai valori dello zolfo contenuto nel propano, nell'odorizzante e nel propano con l'odorizzante in soluzione, si controlla, mediante il calcolo, se la solubilità dell'odorizzante nel propano è di almeno 400 mg per ogni kilogrammo di propano?).

(segue)

7) Per esempio:

S nel C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> = 10 mg/kg

S nell'odorizzante = 50%

S nel C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> odorizzato = 300 mg/kg

Ne deriva che l'aumento di massa dello S è di 290 mg corrispondenti a 580 mg di odorizzante disciolto in 1 kg di C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.

Valore accettabile perché maggiore di 400 mg al kilogrammo di propano.

## 6. Metodi di analisi degli odorizzanti

### 6.1. Determinazione della curva di distillazione

#### 6.1.1. Apparecchiatura

6.1.1.1. Un palloncino di Engler, della capacità di 100 ml avente le dimensioni indicate nella figura 7.

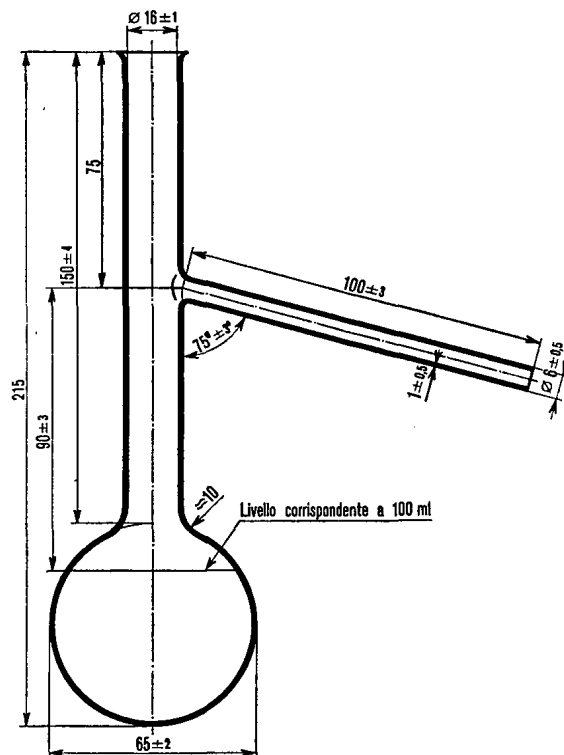


Fig. 7 - Palloncino di Engler

6.1.1.2. Un condensatore (vedere figura 8) costituito da un tubo di ottone, senza saldatura, con diametro esterno di circa 14 mm e lunghezza di 560 mm. Il tubo deve essere sistemato in modo che all'incirca 394 mm di esso vengano in contatto con il mezzo refrigerante, contenuto nel bagno (descritto più sotto); altri 50 mm circa del tubo sono posti fuori del bagno refrigerante, a monte; i rimanenti 116 mm sono posti fuori del refrigerante, a valle. La parte iniziale del condensatore deve essere rettilinea e applicata in modo da formare un angolo di  $75^\circ$  con la verticale. La parte interna al bagno di raffreddamento può essere sia rettilinea, sia a curva dolce e continua. L'estremità inferiore del tubo condensatore è curvata in basso, per una lunghezza di 76 mm, e la curvatura spinta un po' all'indietro. L'estremità inferiore del tubo condensatore deve essere tagliata ad angolo acuto, in modo da assicurare il contatto con la parete del cilindro graduato che riceve il distillato, ad un punto distante circa 28 mm dall'estremità superiore del cilindro medesimo. Il bagno refrigerante che circonda il tubo condensatore deve avere una capacità non minore di 5,5 l. La sistemazione del tubo condensatore rispetto al bagno refrigerante deve essere tale che il suo asse centrale sia a non meno di 32 mm al di sotto del soffitto del bagno nel suo punto di ingresso e sia a non meno di 19 mm al di sopra del pavimento del bagno, nel suo punto di uscita. La distanza tra il tubo del condensatore e le pareti del bagno refrigerante deve essere al minimo di 13 mm in ogni punto, eccetto che per le sezioni adiacenti ai punti di ingresso e di uscita.

(segue)

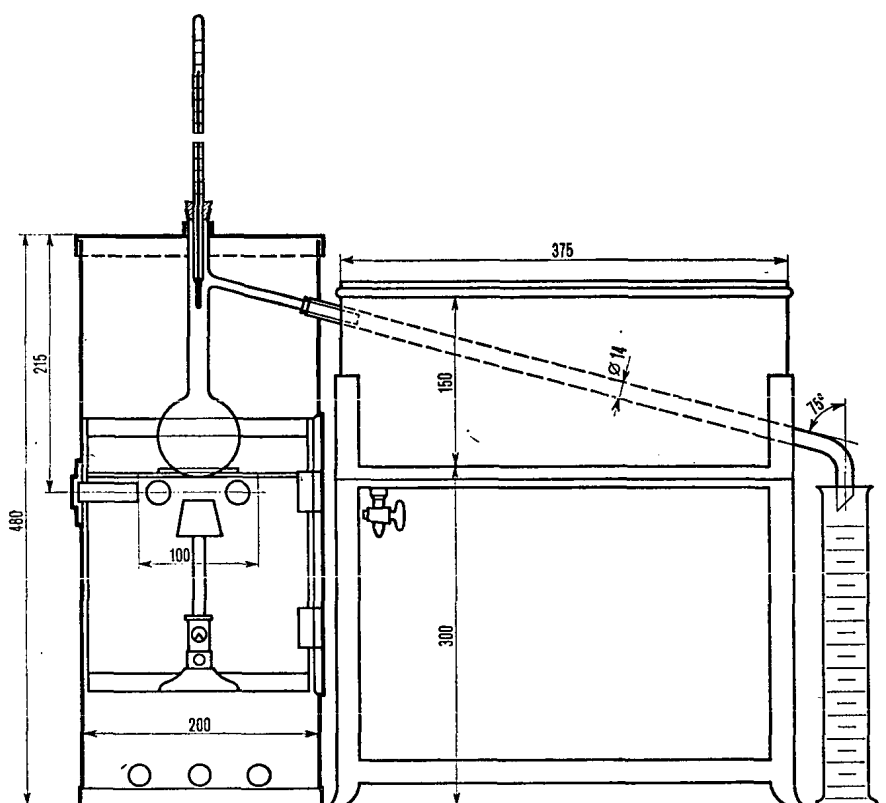


Fig. 8 - Apparecchio per la prova di distillazione con bruciatore a gas

- 6.1.1.3. Una stufa di lamiera metallica alta circa 480 mm, lunga 280 mm e larga 200 mm, munita di uno sportello in una delle pareti strette, due aperture equidistanti di 25 mm di diametro in ciascuna delle pareti minori ed una fessura per il tubo laterale dei vapori. I centri di queste aperture si trovano a circa 215 mm sotto il bordo superiore della stufa. In ciascuna delle 4 pareti sono pure praticati tre fori da 13 mm con i centri a 25 mm dalla base della stufa.
- 6.1.1.4. Un supporto ad anello del solito tipo da laboratorio, del diametro di almeno 100 mm, fissato ad un sostegno nell'interno della stufa.
- 6.1.1.5. Due tavolette nelle quali poggia il palloncino. La prima di circa 6 mm di spessore ha un foro centrale a pareti perpendicolari alla sua superficie, con diametro di 32 mm. L'altra tavoletta entra di misura nella stufa ed ha un foro di 100 mm di diametro concentrico al supporto ad anello. La tavoletta più larga è posata sull'anello e ad essa è sovrapposta quella più piccola, che si può spostare secondo le istruzioni, per appoggiarvi il palloncino di distillazione. Il palloncino deve essere esposto al riscaldamento diretto solo attraverso il foro di 32 mm della prima tavoletta.
- 6.1.1.6. Un becco a gas che deve poter fornire calore sufficiente a far distillare il prodotto con intensità uniforme. La fiamma sotto la tavoletta non deve essere più lunga di 90 mm. È necessario un dispositivo di regolazione sensibile.
- 6.1.1.7. Un riscaldatore elettrico, che può sostituire il becco a gas e che deve fornire calore sufficiente a far distillare la prima goccia nel tempo precisato in seguito partendo da freddo e per continuare la distillazione con intensità uniforme, coperto da una tavoletta dello spessore di 6 mm circa con un foro centrale di 3 mm. Quando si adopera un riscaldatore elettrico, la parte della stufa che resta sopra la tavoletta, rimane uguale; la parte inferiore viene eliminata (vedere figura 9).

(segue)

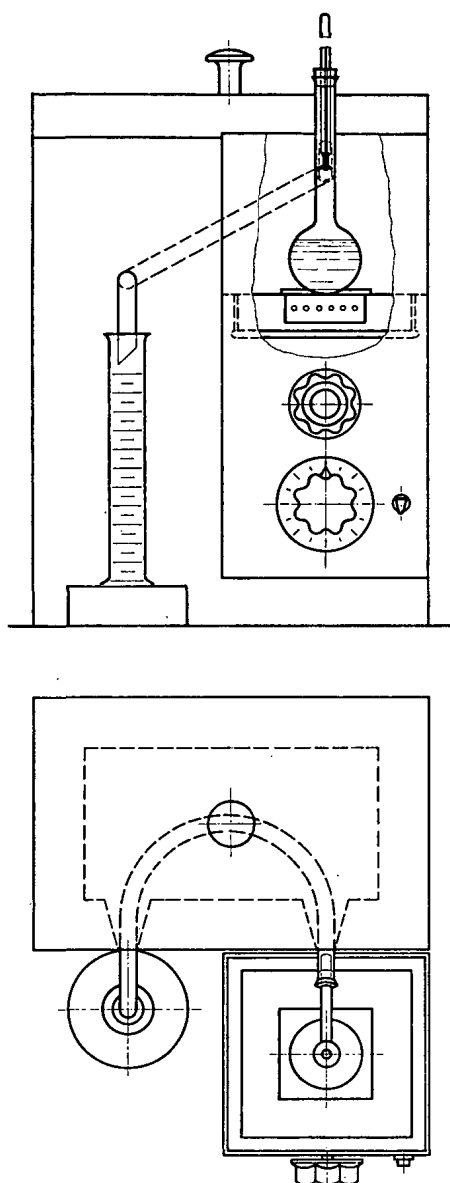


Fig. 9 – Apparecchio per la prova di distillazione con dispositivo elettrico

6.1.1.8. Termometri con scala  $0 \div 300$  °C massimo e divisioni di 1 °C.

6.1.1.9. Un cilindro graduato 100 UNI 6220-68.

**6.1.2. Preparazione dell'apparecchiatura**

6.1.2.1. Si riempie la vaschetta del bagno refrigerante con ghiaccio frantumato ed acqua (può essere impiegato qualsiasi altro conveniente mezzo refrigerante), fino a coprire il tubo condensatore. La temperatura dell'acqua deve rimanere tra 0 e 4 °C.

6.1.2.2. Nel cilindro graduato da 100 ml si misurano 100 ml del liquido in esame, ad una temperatura compresa tra 12 e 18 °C, e si versano direttamente nel palloncino di Engler, facendo attenzione a che nessuna porzione del liquido entri nel tubo laterale.

6.1.2.2. Si infila il termometro in un tappo e si fissa questo al palloncino. Il termometro si deve trovare al centro del collo, in modo che l'estremità inferiore del tubo capillare sia a livello del punto più basso del diametro interno del tubo laterale, all'attacco con il collo del palloncino. Il termometro si deve trovare pressappoco alla temperatura ambiente.

6.1.2.3. Il palloncino ripieno del liquido si posa sul foro circolare della prima tavoletta, avendo cura che il palloncino sia bene aderente al bordo del foro, e si inserisce il tubo laterale nel tubo condensatore. Si fissano saldamente i due tubi per mezzo di un tappo attraversato dal tubo laterale, in modo che questo penetri nel tubo condensatore per non meno di 25 mm e non più di 50 mm.

(segue)

**6.1.2.4.** Si pone il cilindro graduato usato per misurare il liquido, senza asciugarlo, all'uscita del tubo condensatore, in posizione tale che il tubo condensatore, nella sua porzione terminale, penetri nel cilindro per almeno 25 mm, ma non al di sotto del tratto dei 100 ml. A meno che la temperatura non sia compresa tra 12 e 18 °C, si immerge il cilindro fino al segno dei 100 ml in un bagno trasparente mantenuto a tale temperatura. Durante la distillazione, si copre il cilindro con un pezzo di cartone o di altra sostanza simile, tagliato in modo da circondare strettamente il tubo condensatore.

**6.1.3. Procedimento**

Si procede al riscaldamento con intensità costante, regolandosi in modo che la prima goccia di condensato cada dal condensatore in non meno di 5 ed in non più di 10 min. Si nota come punto iniziale di distillazione la temperatura segnata dal termometro quando cade la prima goccia dall'estremità del condensatore. Si sposta poi il cilindro di raccolta, in modo che l'estremità del tubo condensatore ne tocchi la parete. Si regola in seguito il riscaldamento in modo che la distillazione proceda uniformemente in ragione di non meno di 4 e non più di 5 ml/min. Si procede nella distillazione, leggendo e notando con 0,5 ml di precisione il volume del distillato non appena il termometro raggiunga i multipli di 10 °C. È però preferibile segnare le temperature alle quali il livello del distillato raggiunge le successive graduazioni di 10 ml. Quando nel palloncino non rimangono che circa 5 ml di residuo, non si regola più la sorgente di calore, a meno che il tempo richiesto per distillare gli ultimi 5 ml di campione e per raggiungere il punto finale non oltrepassi 5 min. Il punto finale di distillazione è la massima temperatura osservata sul termometro di distillazione e generalmente si raggiunge dopo che il fondo del palloncino è a secco. Se il fondo del palloncino non va a secco, se ne prende 5 min, si ripete la prova, regolando differenzialmente il riscaldamento nella ultima fase della distillazione (cioè, quando sono rimasti gli ultimi 5 ml da distillare). Si può operare la regolazione sia fornendo più calore che diminuendolo; comunque il periodo richiesto per l'evaporazione deve richiedere un tempo compreso tra 3 e 5 min. Il volume totale di distillato, raccolto nel cilindro graduato, si registra come condensato.

Il residuo nel palloncino, dopo raffreddamento, si versa in un piccolo cilindro graduato in 0,1 ml, prendendone nota: il volume raccolto si registra come residuo; la differenza tra 100 ml e la somma del condensato più il residuo, dà le perdite per distillazione. La somma del volume di distillato, raccolto nel cilindro ad ogni specificata temperatura, e delle perdite di distillazione può essere considerata come la percentuale di evaporato alla temperatura in questione. Una chiara distinzione deve essere fatta nel caso in cui si includa e si escluda la perdita di distillazione nel volume di distillato ottenuta ad ogni prescritta temperatura; nel primo caso si ha il volume di evaporato; nel secondo caso si ha il volume di raccolta.

**6.1.4. Precisione del metodo**

Quando si operi con la dovuta cura, i punti iniziali ed i punti finali di due determinazioni consecutive non devono differire più di 3 °C. In due prove successive, i volumi del distillato letti nel cilindro graduato alle singole temperature stabilite, non devono differire più di 2 ml.

**6.2. Determinazione della tensione di vapore col metodo Reid**

**6.2.1. Principio**

La camera dell'odorizzante dell'apparecchiatura (per la misura della tensione di vapore) viene riempita con l'odorizzante da provare e viene collegata con la camera d'aria. L'apparecchiatura è immersa in un bagno a temperatura costante ( $37,5 \pm 0,2$  °C) ed è agitata periodicamente fino a che non sia raggiunto l'equilibrio; su un manometro viene letta la pressione che ne consegue; successivamente si trasformano le unità di pressione in unità di tensione di vapore Reid.

**6.2.2. Apparecchiatura**

**6.2.2.1.** Una bomba per la misura della tensione di vapore (vedere figura 10) avente le dimensioni riportate in figura e costituita dai seguenti elementi:

– una camera d'aria di forma cilindrica avente le dimensioni riportate in figura 10 e con le superficie interne delle due estremità convenientemente tagliate a forma di cono, in modo da permettere un completo svuotamento sia dall'una, sia dall'altra estremità quando il cilindro è in posizione verticale.

Ad un'estremità della camera d'aria è fissato un tubo, filettato esternamente, di non meno di 4 mm di diametro interno al quale si avvita il dado di collegamento del manometro.

All'altra estremità della camera d'aria è praticato un foro di circa 12 mm di diametro per il collegamento con la camera del liquido. Occorre fare attenzione a che i vari collegamenti non impediscano lo svuotamento completo della camera;

– una camera per il liquido (camera dell'odorizzante) di forma cilindrica avente diametro interno uguale a quello della camera d'aria e di un volume tale che il rapporto tra il volume della camera d'aria ed il volume della camera del liquido sia compreso tra 3,8 e 4,2. Ad una estremità essa ha un foro di circa 12 mm per il collegamento con la camera d'aria. L'altra estremità della camera è completamente chiusa. La camera deve scolare completamente quando viene rovesciata, perciò la parte superiore interna deve essere leggermente convessa;

(segue)



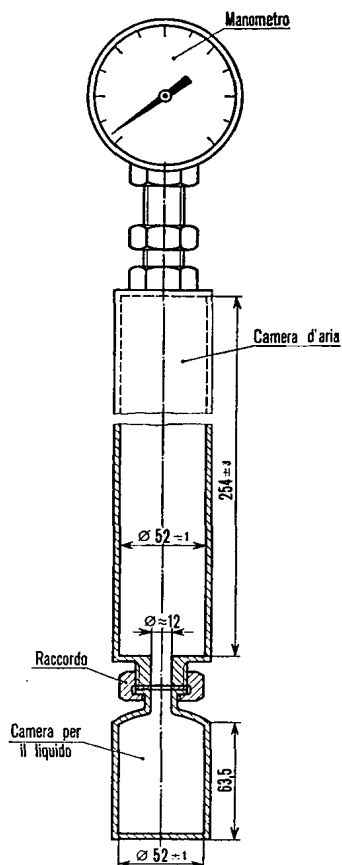


Fig. 10 – Bomba per misure di tensione di vapore

- dispositivi di collegamento della camera d'aria e della camera del liquido che possono essere realizzati in qualsiasi modo (per esempio: innesto a vite, a cono od a baionetta) purché non si abbiano perdite durante la determinazione;
- un manometro del tipo a molla Bourdon, avente diametro variabile da 114 a 140 mm. La scala dipende dalla tensione di vapore del campione secondo quanto indicato nel prospetto seguente.

Tensione di vapore Reid		Manometro da impiegare		
		Scala	Numerazione	Divisione
kgf/cm <sup>2</sup>	bar	kgf/cm <sup>2</sup> o bar	kgf/cm <sup>2</sup> o bar	kgf/cm <sup>2</sup> o bar
0 ÷ 0,84	0 ÷ 0,82	0 ÷ 2	0,2	0,005
0,70 ÷ 1,83	0,69 ÷ 1,79	0 ÷ 3	0,4	0,01
0,70 ÷ 2,53	0,69 ÷ 2,48	0 ÷ 5	0,4	0,1

Devono essere usati solo manometri di alta precisione. Quando la lettura differisce dalla lettura sul manometro a mercurio (6.2.2.6.) di oltre l'1% (correzione di lettura maggiore dell'1%), la lettura deve essere considerata non precisa.

- 6.2.2.2. Un bagno di raffreddamento di dimensioni tali da potervi immergere completamente il recipiente contenente il campione. Il bagno deve essere mantenuto ad una temperatura compresa tra 0 e 4 °C.
- 6.2.2.3. Un bagno di acqua di dimensioni tali da potervi immergere la bomba di cui al punto 6.2.2.1. almeno 25 mm sopra l'estremità della camera d'aria. Il bagno deve essere mantenuto alla temperatura costante di 37,5 °C.
- 6.2.2.4. Un termometro per il bagno d'acqua del tipo a mercurio con divisioni di 0,1 °C con scala di temperatura da 34 a 42 °C.
- 6.2.2.5. Un termometro per la camera d'aria del tipo a mercurio con divisioni di 0,1 °C con scala di temperatura da 0 a 50 °C.
- 6.2.2.6. Un manometro a mercurio avente una scala conveniente per controllare le letture del manometro. La scala del manometro deve avere divisioni di 0,001 kgf/cm<sup>2</sup> o 1 mbar.

(segue)

### 6.2.3. Verifica della tenuta della bomba

Prima di mettere in servizio un nuovo apparecchio, ed in genere quanto più spesso è possibile, si deve controllare la perfetta tenuta della bomba della tensione di vapore, riempiendola con aria ad una pressione di 8,2 kgf/cm<sup>2</sup> (8 bar) e immergendola completamente in un bagno di acqua. Si devono usare solo apparecchi che abbiano resistito a questo trattamento senza perdite.

### 6.2.4. Preparazione del campione per la prova

#### 6.2.4.1. Preparazione della camera dell'odorizzante

Si immergono completamente la camera dell'odorizzante aperta e la connessione di trasferimento del campione nel bagno di raffreddamento e vi si lasciano fino a che abbiano raggiunto la temperatura del bagno ( $0 \div 4$  °C).

#### 6.2.4.2. Preparazione della camera d'aria

Dopo aver accuratamente pulito il manometro e la camera d'aria, si sciacqua la camera d'aria in acqua pulita, alla temperatura ambiente. Occorre tener presente che la determinazione della temperatura iniziale dell'aria sarà facilitata se la temperatura dell'acqua impiegata per il lavaggio della camera d'aria è di pochi gradi solo diversa dalla temperatura ambiente nel momento in cui viene determinata la temperatura iniziale dell'aria. Una volta asciugata, la camera d'aria viene collegata al manometro. Successivamente si mette a posto il termometro della camera d'aria (introdotta nella camera d'aria per tre quarti della sua lunghezza), facendo attenzione a che esso sia collocato in posizione mediana tra le pareti della camera d'aria e che il bulbo non tocchi alcuna parete. Si lascia il termometro nella camera d'aria, fino a che la lettura della temperatura non differisca dalla temperatura dell'aria ambiente di oltre  $2 \div 3$  °C e rimanga poi costante entro 0,2 °C per un periodo di 5 min prima di congiungere la camera d'aria con la camera dell'odorizzante. In questo momento si legge la temperatura: si assume il valore così trovato come temperatura iniziale dell'aria.

### 6.2.5. Procedimento

#### 6.2.5.1. Travaso del campione

Operando rapidamente si rimuove dal bagno il recipiente contenente il campione, si apre e vi si immerge il tubo sifone (vedere figura 11). Si colloca la camera dell'odorizzante vuota sopra il tubo di uscita del liquido. Si inverte quindi rapidamente l'intero sistema, con il tubo di uscita del liquido a circa 6 mm dal fondo della camera dell'odorizzante. Si riempie la camera dell'odorizzante fino a traboccamento, assicurandosi che il campione sia libero di bolle d'aria.

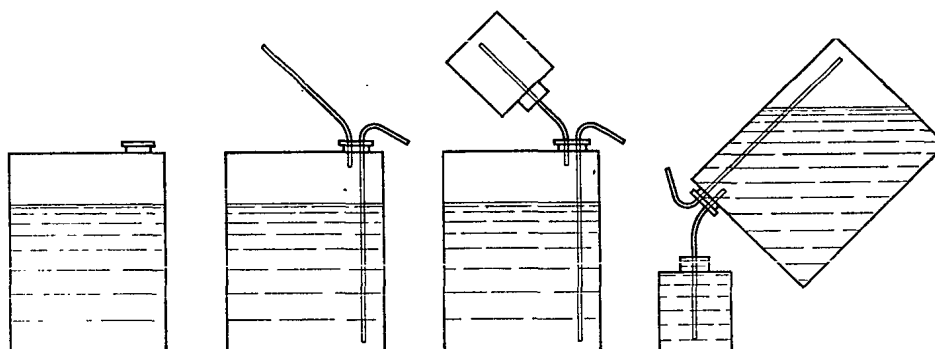


Fig. 11. - Sistema di trasferimento di campioni

#### 6.2.5.2. Montaggio dell'apparecchiatura

Si attacca la camera dell'odorizzante alla camera d'aria. È da tenere presente che le tre operazioni (lettura della temperatura iniziale dell'aria, riempimento della camera dell'odorizzante e connessione delle due camere) devono essere realizzate nel più breve tempo possibile.

#### 6.2.5.3. Immissione dell'apparecchiatura nel bagno

Si rovescia l'apparecchiatura, in modo che il campione vada dalla camera dell'odorizzante alla camera d'aria, e si agita vigorosamente nella direzione della lunghezza dell'apparecchio. Si immerge la bomba nel bagno, mantenuto a  $37,5 \pm 0,2$  °C, in posizione inclinata, in maniera che il piano di unione delle due camere sia sotto il livello dell'acqua e che possano osservarsi, quindi, le eventuali perdite.

Se non ci sono perdite si immerge l'apparecchiatura almeno 25 mm sopra la cima della camera d'aria. Se si rilevano anche minime perdite occorre ripetere la prova.

#### 6.2.5.4. Misura della tensione di vapore

Dopo che l'apparecchiatura è stata immersa nel bagno per 5 min, si dà un colpettino leggero al manometro e si effettua la lettura. Quindi si toglie l'apparecchio dal bagno, si rovescia e si agita vigorosamente riponendolo nel bagno nel minor tempo possibile, in modo da evitarne il raffreddamento. Ad intervalli non minori di 2 min, si ripete questa agitazione, nonché la lettura del manometro, per almeno 5 volte, fino a che due letture consecutive risultino uguali. L'operazione complessiva richiede circa 20 o 30 min. Alla fine si esegue la lettura sul manometro; il valore letto viene

(segue)

segnato come tensione di vapore non corretta del campione in prova. Subito si stacca il manometro dall'apparecchiatura e se ne verifica la taratura sul valore indicato con un manometro a colonna di mercurio. L'eventuale variazione si riporta come correzione del manometro Bourdon.

#### 6.2.6. Calcolo

La tensione di vapore Reid del campione viene calcolata applicando alla lettura sul manometro la correzione ricavata dal prospetto seguente.

#### Correzioni da applicare alle letture sul manometro per il calcolo delle tensioni di vapore Reid

Temperatura iniziale dell'aria °C	Correzione per pressioni barometriche di									
	760 mmHg (1013 mbar)		745 mmHg (993 mbar)		700 mmHg (933 mbar)		650 mmHg (867 mbar)		600 mmHg (800 mbar)	
	kgf/cm <sup>2</sup>	bar	kgf/cm <sup>2</sup>	bar	kgf/cm <sup>2</sup>	bar	kgf/cm <sup>2</sup>	bar	kgf/cm <sup>2</sup>	bar
0	-0,203	-0,199	-0,199	-0,195	-0,191	-0,187	-0,181	-0,178	-0,172	-0,169
1	-0,198	-0,194	-0,195	-0,191	-0,186	-0,182	-0,177	-0,174	-0,169	-0,166
2	-0,194	-0,190	-0,190	-0,186	-0,182	-0,178	-0,173	-0,170	-0,165	-0,162
3	-0,189	-0,185	-0,185	-0,181	-0,178	-0,175	-0,169	-0,166	-0,161	-0,158
4	-0,184	-0,180	-0,181	-0,178	-0,173	-0,170	-0,165	-0,162	-0,157	-0,154
5	-0,179	-0,175	-0,176	-0,173	-0,169	-0,166	-0,161	-0,158	-0,153	-0,150
6	-0,174	-0,171	-0,171	-0,168	-0,165	-0,162	-0,157	-0,154	-0,149	-0,146
7	-0,169	-0,166	-0,167	-0,164	-0,160	-0,157	-0,152	-0,149	-0,145	-0,142
8	-0,164	-0,161	-0,162	-0,159	-0,156	-0,153	-0,148	-0,145	-0,141	-0,138
9	-0,159	-0,156	-0,157	-0,154	-0,151	-0,148	-0,144	-0,141	-0,137	-0,134
10	-0,155	-0,152	-0,152	-0,149	-0,146	-0,143	-0,140	-0,137	-0,133	-0,130
11	-0,150	-0,147	-0,147	-0,144	-0,141	-0,139	-0,135	-0,132	-0,129	-0,127
12	-0,145	-0,142	-0,143	-0,140	-0,137	-0,134	-0,131	-0,128	-0,125	-0,123
13	-0,140	-0,137	-0,138	-0,135	-0,132	-0,129	-0,126	-0,124	-0,121	-0,119
14	-0,134	-0,131	-0,133	-0,130	-0,128	-0,126	-0,122	-0,120	-0,117	-0,115
15	-0,129	-0,126	-0,128	-0,126	-0,123	-0,121	-0,118	-0,116	-0,112	-0,110
16	-0,124	-0,122	-0,123	-0,121	-0,118	-0,116	-0,113	-0,111	-0,108	-0,106
17	-0,119	-0,117	-0,118	-0,116	-0,113	-0,111	-0,109	-0,107	-0,104	-0,102
18	-0,114	-0,112	-0,113	-0,111	-0,109	-0,107	-0,104	-0,102	-0,100	-0,098
19	-0,109	-0,107	-0,107	-0,105	-0,104	-0,102	-0,099	-0,097	-0,095	-0,093
20	-0,104	-0,102	-0,102	-0,100	-0,099	-0,097	-0,095	-0,093	-0,091	-0,089
21	-0,099	-0,097	-0,097	-0,095	-0,094	-0,092	-0,090	-0,088	-0,086	-0,084
22	-0,093	-0,091	-0,092	-0,090	-0,089	-0,087	-0,085	-0,083	-0,082	-0,080
23	-0,088	-0,086	-0,087	-0,085	-0,084	-0,082	-0,081	-0,079	-0,077	-0,076
24	-0,083	-0,081	-0,081	-0,079	-0,079	-0,077	-0,076	-0,075	-0,073	-0,072
25	-0,077	-0,075	-0,076	-0,075	-0,074	-0,073	-0,071	-0,070	-0,068	-0,067
26	-0,072	-0,071	-0,071	-0,070	-0,066	-0,065	-0,066	-0,065	-0,064	-0,063
27	-0,067	-0,066	-0,065	-0,064	-0,062	-0,061	-0,060	-0,059	-0,059	-0,058
28	-0,061	-0,060	-0,060	-0,059	-0,057	-0,056	-0,055	-0,054	-0,054	-0,053
29	-0,055	-0,054	-0,055	-0,054	-0,052	-0,051	-0,049	-0,048	-0,049	-0,048
30	-0,049	-0,048	-0,049	-0,048	-0,047	-0,046	-0,044	-0,043	-0,043	-0,042
31	-0,043	-0,042	-0,043	-0,042	-0,041	-0,040	-0,038	-0,037	-0,038	-0,037
32	-0,037	-0,036	-0,037	-0,036	-0,035	-0,034	-0,033	-0,032	-0,032	-0,031
33	-0,031	-0,030	-0,031	-0,030	-0,030	-0,029	-0,027	-0,026	-0,026	-0,025
34	-0,024	-0,023	-0,024	-0,024	-0,024	-0,024	-0,021	-0,021	-0,021	-0,021
35	-0,018	-0,018	-0,018	-0,018	-0,018	-0,018	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015
36	-0,011	-0,011	-0,011	-0,011	-0,012	-0,012	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009
37	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003
38	+0,002	+0,002	+0,002	+0,002	+0,001	+0,001	+0,002	+0,002	+0,003	+0,003
39	+0,009	+0,009	+0,009	+0,009	+0,008	+0,008	+0,008	+0,008	+0,009	+0,009
40	+0,015	+0,015	+0,015	+0,015	+0,015	+0,015	+0,015	+0,015	+0,015	+0,015
41	+0,022	+0,022	+0,022	+0,022	+0,022	+0,022	+0,021	+0,021	+0,021	+0,021
42	+0,029	+0,029	+0,029	+0,028	+0,029	+0,029	+0,027	+0,026	+0,027	+0,026
43	+0,037	+0,036	+0,037	+0,036	+0,033	+0,032	+0,033	+0,032	+0,033	+0,032
44	+0,044	+0,043	+0,044	+0,043	+0,043	+0,042	+0,039	+0,038	+0,039	+0,038
45	+0,051	+0,050	+0,051	+0,050	+0,051	+0,050	+0,045	+0,044	+0,045	+0,044

#### Esempio di calcolo

Il manometro dia un valore (tensione di vapore non corretta) di 0,815 kgf/cm<sup>2</sup> e, confrontando il manometro con un manometro a mercurio, si ottenga il valore 0,808 kgf/cm<sup>2</sup> (lettura al manometro). Per una temperatura iniziale dell'aria di 26 °C e per una pressione atmosferica di 745 mmHg il prospetto fornisce una correzione di -0,071 kgf/cm<sup>2</sup>. La tensione di vapore Reid è data da

$$0,808 - 0,071 = 0,737 \text{ kgf/cm}^2$$

(segue)

### 6.3. Determinazione dello zolfo con il metodo gravimetrico

#### 6.3.1. Determinazione dello zolfo nel propano

##### 6.3.1.1. Principio

Si brucia il campione in un sistema chiuso usando un'apposita lampada ed un'atmosfera di aria esente da prodotti solforati. L'anidride solforosa formata nella combustione viene assorbita in una soluzione di carbonato di sodio. Si ossida con acqua di bromo e quindi si precipita e si pesa come solfato di bario.

##### 6.3.1.2. Apparecchiatura

Si descrive una sola unità di combustione ed assorbimento. Di regola si opera con varie unità servite individualmente da un unico sistema di purificazione di aria e di aspirazione.

##### 6.3.1.2.1. Lampada

Lo schema dell'apparecchiatura per la combustione (bombola con capacità di 100 ml per il contenimento del campione e il bruciatore) è illustrato nella figura 12.

La bombola per il contenimento del campione, le valvole, i tubi e gli attacchi devono essere costruiti di acciaio inossidabile o di altro metallo resistente alla corrosione.

La bombola deve essere controllata periodicamente ad una pressione di 42 kgf/cm<sup>2</sup> (41 bar) e non deve presentare alcuna deformazione visibile a questa pressione.

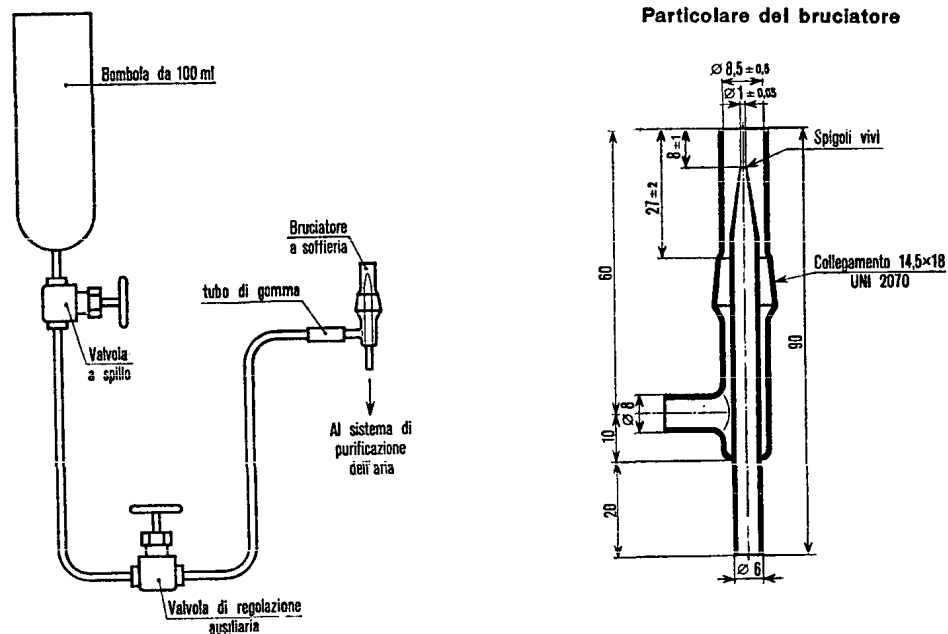


Fig. 12 - Lampada per gas di petrolio liquefatti

##### 6.3.1.2.2. Camino

Il camino deve essere costruito in vetro chimicamente resistente e deve essere conforme alle dimensioni riportate nella figura 13 e provvisto di giunti di vetro conici smerigliati per il collegamento con il bruciatore e l'assorbitore.

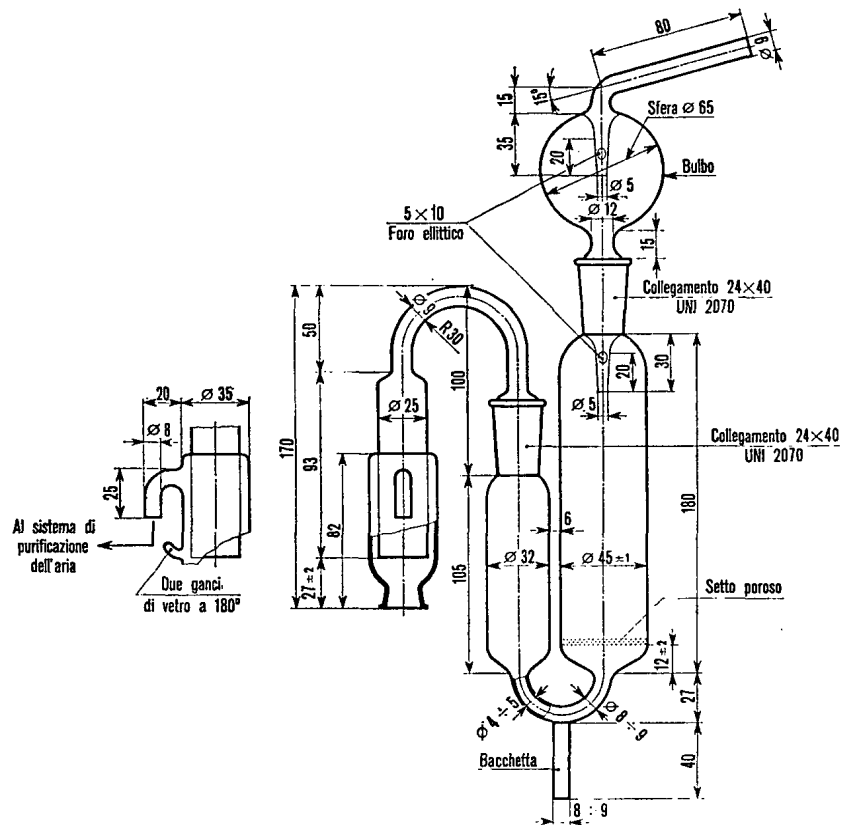


Fig. 13 – Camino, assorbitore e bolla antispruzzo

6.3.1.2.3. Assorbitore

L'assorbitore deve essere di vetro chimicamente resistente conforme alle dimensioni riportate nella figura 13 e provvisto di giunti di vetro conici normalizzati per il collegamento con il camino e con la bolla antispruzzo. Nel bulbo più largo dell'assorbitore deve essere saldato un setto di vetro poroso con una porosità media di  $150 \div 200 \mu\text{m}$ . Le caratteristiche del setto di vetro devono essere tali da consentire uniforme dispersione dell'aria, quando questa venga fatta passare nella quantità di 3 l/min, dal bulbo più piccolo a quello più grande, contenente 50 ml di acqua, essendo la differenza di pressione fra le due parti dell'assorbitore compresa fra 0,015 e 0,025 kgf/cm<sup>2</sup> (0,015 e 0,025 bar).

6.3.1.2.4. Bolla antispruzzo

La bolla antispruzzo deve essere di vetro chimicamente resistente, conforme alle dimensioni riportate nella figura 13 e provvista di giunti di vetro conici smerigliati, per il collegamento con l'assorbitore. Dove la tolleranza delle dimensioni non è specificatamente espressa, la variazione ammessa è del 10%, con arrotondamento al millimetro, purché detta tolleranza non sia maggiore in nessun caso di 5 mm.

6.3.1.2.5. Sistema per il vuoto

Pompa ad acqua od altro mezzo che dia aspirazione continua. Un esempio di sistema per il vuoto conveniente è indicato nella figura 14. Comunque, qualsiasi sistema è efficace, purché permetta di ottenere un flusso di aria di 3 l/min, attraverso l'assorbitore, ed un vuoto di circa 0,04 kgf/cm<sup>2</sup> (0,04 bar).

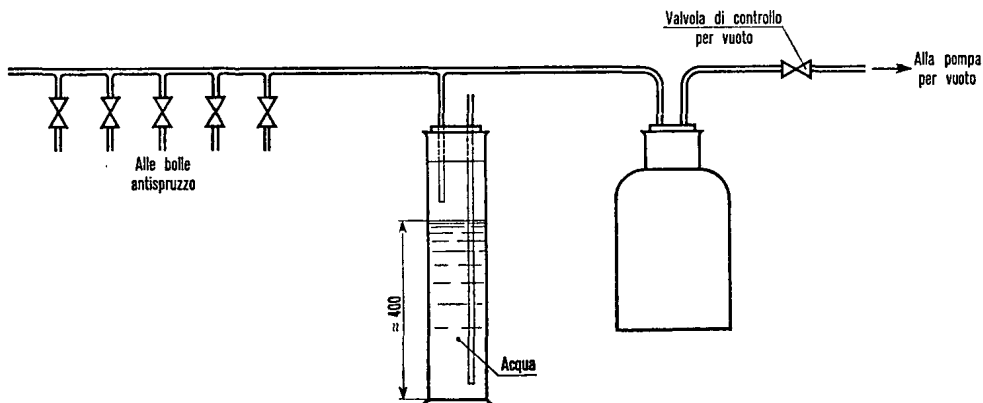


Fig. 14 – Apparecchiatura per aspirazione

(segue)

### 6.3.1.2.6. Sistema per purificare l'aria

L'aria deve essere inviata purificata al bruciatore, alla pressione pressoché costante di 0,02 kgf/cm<sup>2</sup> (0,02 bar); e deve essere mandata al camino alla pressione di 0,001 o 0,002 kgf/cm<sup>2</sup> (0,001 o 0,002 bar). Un esempio di sistema per purificare l'aria è indicato nella figura 15.

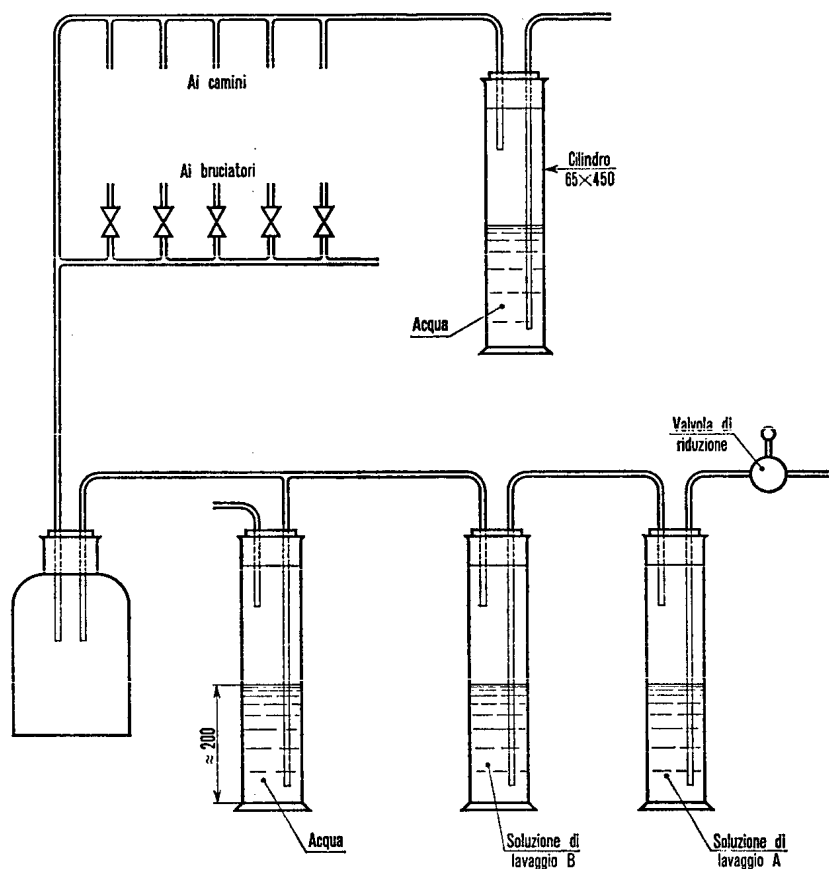


Fig. 15 - Apparecchiatura per la purificazione dell'aria

### 6.3.1.3. Reattivi

#### 6.3.1.3.1. Soluzione di cloruro di bario (100 g/l)

Si sciolgono 100 g di  $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  in acqua distillata e si diluisce a 1 000 ml.

#### 6.3.1.3.2. Acido cloridrico 1,18

#### 6.3.1.3.3. Acqua ossigenata al 30%

#### 6.3.1.3.4. Acqua ossigenata al 3%

Si diluisce  $\text{H}_2\text{O}_2$  al 30% a basso contenuto di zolfo, con acqua distillata. Si conserva chiusa in bottiglia scura con tappo di vetro smerigliato.

#### 6.3.1.3.5. Soluzione di idrossido di sodio a 100 g/l (soluzione di lavaggio A)

Si sciolgono 100 g di NaOH in acqua distillata, diluendo poi a 1 000 ml.

#### 6.3.1.3.6. Acido solforico 1,16

Si sciolgono 60 ml di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho$  1,84) in 960 ml di acqua distillata.

### 6.3.1.4. Preparazione dell'apparecchiatura

Si pongono da 300 a 400 ml di NaOH (6.3.1.3.5.) nel primo cilindro di lavaggio (vedere figura 15) ed il medesimo quantitativo di soluzione di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (6.3.1.3.6.) più 30 ml di  $\text{H}_2\text{O}_2$  (6.3.1.3.3.) che costituiscono la soluzione di lavaggio B, nel secondo cilindro. Se l'apparecchiatura viene adoperata ogni giorno, occorre cambiare queste soluzioni due volte alla settimana oppure ogni volta che il volume diminuisce a meno di due terzi del volume originale.

Si carica l'assorbitore di figura 13 con  $30 \pm 2$  ml di acqua, lo si unisce con la bolla antispruzzo e il camino, di cui si lasciano aperte all'atmosfera le aperture. Si collega la bolla antispruzzo con il dispositivo del vuoto regolando con le valvole il flusso di aria all'assorbitore a 4 l/min e mantenendo nel sistema una depressione di 0,04 kgf/cm<sup>2</sup> (0,04 bar). Regolato il sistema come indicato, si scarica l'acqua dall'assorbitore. Queste operazioni servono da messa a punto preliminare dell'apparecchiatura.

(segue)

Si introducono  $30 \pm 2$  ml di  $H_2O_2$  (5.3.3.4.) nel bulbo più grande dell'assorbitore. Si ricomponi il sistema, lo si collega con la pompa per il vuoto e si unisce la presa d'aria del camino con l'alimentazione di aria. Il foro di attacco camino-bruciatore deve essere chiuso con un tappo.

Con la valvola di regolazione aria al bruciatore chiusa, dopo aver completamente aperta la valvola di regolazione del vuoto ed avere regolato la depressione nel sistema a circa  $0,04 \text{ kgf/cm}^2$  ( $0,04 \text{ bar}$ ), si inizia l'immissione dell'aria purificata attraverso la presa d'aria al camino. Si regola la valvola di controllo del camino in maniera che, allorché il flusso attraverso l'assorbitore è quello prescritto, soltanto poca aria sfugga al regolatore di pressione, poca aria entri nel regolatore per il vuoto e la pressione nel camino sia di  $0,001$  o  $0,002 \text{ kgf/cm}^2$  ( $0,001$  o  $0,002 \text{ bar}$ ).

#### 6.3.1.5. Procedimento

Si fa il vuoto nella bombola di metallo (resistente alla corrosione) da 100 ml asciutta e pulita e la si collega al recipiente contenente il campione dalla parte del liquido per mezzo di un corto raccordo di acciaio inossidabile. Si apre leggermente la valvola del recipiente che contiene il campione e si lascia che una piccola quantità del campione sfugga dalla connessione per lavare il raccordo.

Si riempie quindi, ma non completamente, la bombola con il propano.

Si pesa la bombola contenente il campione con precisione di  $0,1 \text{ g}$ . La si fissa, dopo averla capovolta, in modo che il campione possa essere prelevato dalla fase liquida. La bombola viene collegata alla valvola ausiliaria di regolazione per mezzo di un raccordo di acciaio inossidabile (vedere figura 12). Si collega l'uscita della valvola ausiliaria per mezzo di un tubo corto di gomma o policloruro di vinile, esenti da zolfo, all'ingresso laterale del bruciatore.

Si apre la valvola della bombola, quindi la valvola ausiliaria, lasciando uscire una leggera corrente di gas. Si accende rapidamente il bruciatore con una fiamma priva di zolfo. Si regola il flusso dell'aria e del campione in modo che la fiamma sia alta circa  $4 \text{ cm}$  e abbia un colore blu chiaro. Si inserisce il bruciatore nel camino e si riaggiusta eventualmente la fiamma. Si brucia all'incirca la quantità di campione indicata nel prospetto seguente.

Contenuto di zolfo nel gas $\text{g/m}^3$	Massa del campione $\text{g}$
da $0,02$ fino a $0,10$	$35 \div 40$
oltre $0,10$ fino a $0,40$	$10 \div 15$
oltre $0,40$	$5 \div 10$

Si chiude la valvola della bombola e si lascia che il campione compreso fra questa valvola e la valvola ausiliaria vaporizzi e bruci.

Quando la combustione del campione è terminata, si interrompe la corrente di aria e si intercetta il regolatore del vuoto. Si stacca la valvola ausiliaria e si ripesa la bombola con precisione di  $0,1 \text{ g}$ .

Si lavano per tre volte il camino e la bolla antispruzzo, usando circa  $10 \text{ ml}$  di acqua distillata ogni volta. Si aggiungono le acque di lavaggio all'assorbitore e si procede come scritto nel punto 6.3.1.7.

#### 6.3.1.6. Prova in bianco

Si provvede a chiudere l'estremità del camino dell'assorbitore per la prova in bianco (vedere punto 6.3.1.4.) dalla parte del bruciatore e si lascia passare il flusso di aria e si analizza il liquido come detto nel punto 6.3.1.7.

#### 6.3.1.7. Analisi

Si trasferisce il liquido dell'assorbitore in un bicchiere da  $400 \text{ ml}$ . Si lava accuratamente l'assorbitore con acqua distillata, raccogliendo le acque di lavaggio nel medesimo bicchiere. Si filtra la soluzione raccogliendo il filtrato in un secondo bicchiere da  $400 \text{ ml}$  (segnato con un tratto a  $75 \text{ ml}$ ). Si aggiungono poi  $2 \text{ ml}$  di  $HCl$  (6.3.1.3.2.), scaldando all'ebollizione e aggiungendo  $10 \text{ ml}$  di  $BaCl_2$  (6.3.1.3.1.), scolando a goccia a goccia o in leggero filo la soluzione. Durante l'aggiunta di  $BaCl_2$  e per successivi  $2 \text{ min}$ , si agita. Continuando a far bollire lentamente si concentra la soluzione, fino a circa  $75 \text{ ml}$ . Si lascia infine raffreddare per  $1 \text{ h}$  prima di filtrare.

Il precipitato viene portato quantitativamente su un filtro senza ceneri, lavando il filtro fino a che il precipitato sia esente dai cloruri. Si porta poi il filtro in crogiuolo preventivamente tarato, scaldando e calcinando. Alla fine si fa raffreddare alla temperatura ambiente e si pesa.

#### 6.3.1.8. Espressione dei risultati

Il contenuto percentuale in massa di zolfo  $S$  è dato da

$$13,73 \frac{A - B}{P}$$

dove:  $A$  è la massa in grammi, del  $BaSO_4$  ottenuto dal campione;

$B$  è la massa in grammi, del  $BaSO_4$  ottenuto dalla prova in bianco (se  $B$  è uguale a  $1,5 \text{ mg}$  di  $BaSO_4$  è segno che si sono adoperati reattivi non sufficientemente puri ed occorre ripetere la prova);

$P$  è la massa in grammi, del campione bruciato.

Il contenuto di zolfo può essere espresso anche in grammi al metro cubo di gas.

#### 6.3.1.9. Precisione del metodo

I risultati delle prove non devono differire dalla media di quantità maggiori di quelle indicate nel prospetto seguente.

(segue)

Contenuto di zolfo in massa %	Ripetibilità (stesso operatore e apparecchio)	Riproducibilità (differenti operatori e apparecchi)
da 0,002 fino a 0,25 oltre 0,25	0,001 0,5% della media	0,002 1% della media

### 6.3.2. Determinazione dello zolfo nell'odorizzante

Si usa il metodo di cui al punto 6.3.1. con le varianti di seguito riportate.

#### 6.3.2.1. Apparecchiatura

##### 6.3.2.1.1. Lampada

Deve essere di vetro neutro ed è costituita da una bevuta, da 25 ml, nonché da un bruciatore, conformi alle dimensioni della figura 16. Il bruciatore è composto da due tubi di vetro concentrici, il cui tubo esterno è provvisto di due raccordi smerigliati per la connessione con la bevuta e con il camino. I terminali superiori di ambedue i tubi del bruciatore devono essere ben levigati e con le superficie nel medesimo piano orizzontale. Il bruciatore deve avere una apertura di 1 mm nella parte alta, per permettere un equilibrio di pressione tra il camino e la bevuta. Quando è collegata con il camino, la lampada deve essere collocata nella giusta posizione mediante interposizione di appositi tiranti di gomma.

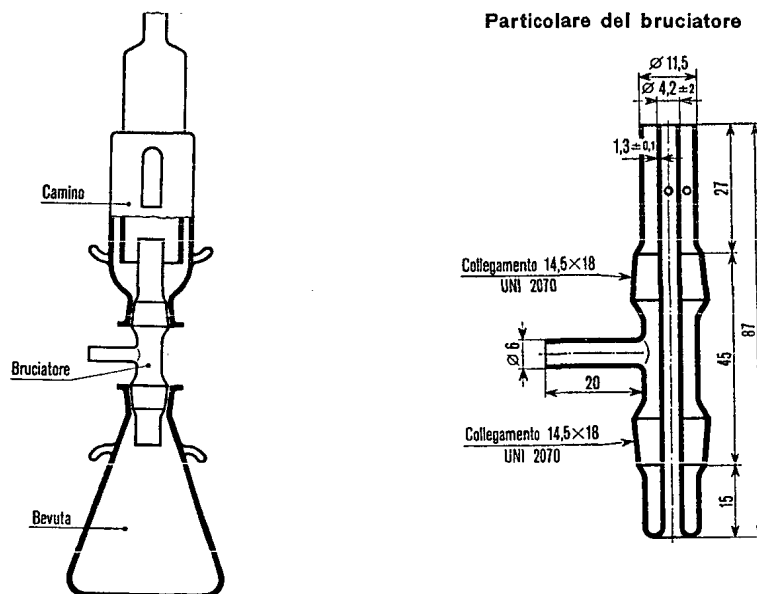


Fig. 16 – Lampada e camino per odorizzanti

##### 6.3.2.1.2. Stoppino di cotone

Stoppino formato da due cordoni di cotone, puliti e nuovi, della massa ciascuno di circa 5 ÷ 6 mg/cm.

##### 6.3.2.1.3. Camino (vedere punto 6.3.1.2.2.)

##### 6.3.2.1.4. Assorbitore (vedere punto 6.3.1.2.3.)

##### 6.3.2.1.5. Bolla antispruzzo (vedere punto 6.3.1.2.4.)

##### 6.3.2.1.6. Sistema per il vuoto (vedere punto 6.3.1.2.5.)

##### 6.3.2.1.7. Sistema per purificare l'aria (vedere punto 6.3.1.2.6.)

#### 6.3.2.2. Reattivi

Vedere punto 6.3.1.3. e inoltre quanto segue.

##### 6.3.2.2.1. Solvente

Il solvente usato deve avere un contenuto di zolfo minore dello 0,001%, deve essere completamente miscibile col campione da analizzare e deve permettere una combustione a velocità moderata, senza fumo. Sono idonei *n*-eptano ed alcol etilico assoluto.

(segue)



#### **6.3.2.3. Preparazione dell'apparecchiatura**

Vedere punto 6.3.1.4. e inoltre quanto segue

Due stoppini lunghi 30 cm vengono piegati a metà, fornendo 4 stoppini lunghi 15 cm; i due terminali curvi vengono inseriti in cima al tubo di ingresso del bruciatore e lo stoppino viene tirato verso il basso per mezzo di un uncino metallico. Si taglia lo stoppino in cima al bruciatore, quindi si tira verso il basso lo stoppino fino a che i terminali tagliati siano livellati con la cima del bruciatore.

#### **6.3.2.4. Procedimento**

Si introducono 6 ml di solvente (6.3.2.2.1.) nella bevuta. Si chiude con tappo smerigliato numerato e si pesa con precisione di 0,0005 g. Per mezzo di una pipetta graduata a 0,01 ml si aggiungono 0,2 ml di odorizzante, si chiude la bevuta, si agita accuratamente e si ripesa.

La quantità di odorizzante da impiegare nella prova dipende dalla concentrazione di zolfo dello stesso; 0,2 ml sono consigliati per odorizzanti con un contenuto di zolfo del 50%; per contenuti maggiori o minori di questo valore possono essere usate quantità minori o maggiori.

Si inserisce il bruciatore nella bevuta. Appena il campione ha raggiunto per capillarità la cima dello stoppino, si opera la connessione tra il tubo laterale del bruciatore e l'alimentazione dell'aria. Si accende quindi il bruciatore con una fiamma esente da zolfo (come quella di una lampada ad alcol) e lo si colloca al suo posto, dentro al camino; durante l'inserzione, se la fiamma tende a staccarsi si strozza l'alimentazione dell'aria al camino. Nel medesimo tempo, si regola l'afflusso dell'aria al bruciatore in maniera che la fiamma sia stabile, senza dare fumi, ed abbia un'apparenza regolare e simmetrica. Si eseguono altresì le regolazioni successive della valvola di controllo del camino, in modo da mantenere la pressione richiesta 0,001 o 0,002 kgf/cm<sup>2</sup> (0,001 o 0,002 bar). Durante la combustione, e specialmente verso la fine della combustione quando la fiamma diventa piccola, si diminuisce l'afflusso dell'aria al bruciatore, in modo da impedire l'estinzione della fiamma. Quando la combustione del campione è completata (il che viene notato dal rimpicciolimento della fiamma), si rimuove la lampada del camino, si spegne la fiamma. Si estrae per qualche centimetro il bruciatore dalla bevuta, si introducono 2 cm<sup>3</sup> di solvente (6.3.2.1.1.) avendo la precauzione di farlo fluire lungo le pareti. Si rimette a posto il bruciatore. Si brucia questa quantità aggiuntiva di solvente con le modalità descritte in precedenza. Questa operazione deve essere eseguita ancora 2 volte in modo che tutto il campione da analizzare venga quantitativamente bruciato.

Si lava il camino e la bolla antispruzzo con 30 o 40 ml di acqua distillata; si raccolgono le acque di lavaggio nell'assorbitore e si procede come detto nel punto 6.3.1.7.

#### **6.3.2.5. Prova in bianco**

Si prepara a parte una bevuta con 12 cm<sup>3</sup> di solvente, bruciando il solvente contemporaneamente al campione in esame. Il liquido dell'assorbitore viene analizzato come indicato nel punto 6.3.1.7.

(segue)

## APPENDICE A

### Esempi di determinazione delle curve di intensità di odore

- A1.** Nel prospetto I sono riportati i dati sperimentali (vedere punto 4.6.) necessari per la determinazione della curva di intensità di odore di un gas secondo quanto indicato al punto 4.4.1.  
 Nell'esempio per ogni concentrazione sono state condotte cinque prove sperimentali.  
 Nel diagramma A sono riportati i punti rappresentativi di ogni prova (media) in scala semilogaritmica come indicato al punto 4.7.1.  
 Nel prospetto II sono riportate le coordinate dei punti medi relativi ad ogni concentrazione, ricavate come indicato al punto 4.7.2.1. nonché i dati occorrenti per effettuare l'interpolazione con una retta (vedere punto 4.7.2.2.1.).  
 Nel prospetto III sono riportate le stesse coordinate nonché i dati occorrenti per effettuare l'interpolazione con una curva (vedere punto 4.7.2.2.2.).  
 Con i parametri caratteristici così ottenuti si potranno tracciare la retta e la curva ad S che sono riportate nel diagramma B.  
 Nello stesso diagramma sono riportati anche i punti medi per ogni concentrazione di gas in aria.
- A2.** Nel prospetto IV sono riportati i dati sperimentali (vedere punto 4.6.) necessari per il controllo delle caratteristiche olfattive di un gas rispetto alla sua curva di intensità di odore già determinata (vedere punto 4.4.2.).  
 Nell'esempio per ogni concentrazione sono state condotte cinque prove sperimentali.  
 Nel diagramma C sono riportati la curva di intensità di odore del gas già determinata e i punti rappresentativi di ogni prova (media).  
 Le caratteristiche olfattive del gas esaminato possono considerarsi invariate (vedere punto 4.7.3.).
- A3.** Nel prospetto V sono riportati i dati sperimentali necessari per la determinazione della intensità di odore di un gas alla concentrazione di allarme, secondo quanto indicato al punto 4.4.3.  
 Nell'esempio per ogni concentrazione sono state condotte cinque prove sperimentali.  
 La concentrazione di allarme X del gas, cui l'esempio si riferisce, è uguale all'1%.  
 Nel diagramma D sono riportati i punti rappresentativi di ogni prova (media) ed i punti medi per ogni concentrazione esaminata mediante i quali è stato tracciato il segmento della retta di interpolazione.  
 L'intensità di odore corrispondente alla concentrazione X = 1%, risulta essere di 1,5 Δ (vedere punto 4.7.4.).
- A4.** Nel prospetto VI sono riportati i dati sperimentali necessari per la determinazione della curva di intensità di odore di un odorizzante secondo quanto indicato al punto 4.4.4.  
 Nell'esempio per ogni concentrazione sono state condotte cinque prove.  
 Nel diagramma E sono riportati i punti rappresentativi di ogni prova (media) in scala semilogaritmica secondo quanto indicato al punto 4.7.1.  
 Nel prospetto VII sono state riportate le coordinate dei punti medi relativi ad ogni concentrazione ricavati come indicato al punto 4.7.2.1. Per maggior chiarezza si riporta qui di seguito il calcolo delle coordinate del punto medio relativo all'intervallo 10-11:

Prova N°	Concentrazioni	Intensità
5	$2,23 \times 10^{-1}$	2,625
26	$2,45 \times 10^{-1}$	2,500
33	$2,89 \times 10^{-1}$	2,250
65	$2,06 \times 10^{-1}$	2,000
78	$2,73 \times 10^{-1}$	2,500
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> N = 5	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $\sum X = 12,36 \times 10^{-1}$	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $\sum I = 11,875$

$$X \text{ media} = \frac{\sum X}{N} = 2,47 \times 10^{-1}$$

$$I \text{ media} = \frac{\sum I}{N} = 2,375$$

Nello stesso prospetto VII sono riportati anche i dati occorrenti per effettuare l'interpolazione con una retta (vedere punto 4.7.2.2.1.).

Nel prospetto VIII sono riportate le stesse coordinate nonché i dati occorrenti per effettuare l'interpolazione con una curva (vedere punto 4.7.2.2.2.).

Con i parametri caratteristici si possono tracciare la retta e la curva ad S, che sono riportate nel diagramma F.

Nello stesso diagramma F sono riportati anche i punti medi per ogni concentrazione di gas in aria.

- A5.** Per il controllo delle caratteristiche olfattive di un odorizzante rispetto alla sua curva di intensità di odore già determinata, vedere l'esempio riportato al punto A2.

(segue)

Prospetto I - Raccolta dei dati per la determinazione della curva di intensità di odore di un gas

Temperatura: min. 18 °C max. 22 °C media 20 °C  
 Umidità: min. 61% max. 70% media 65,5%

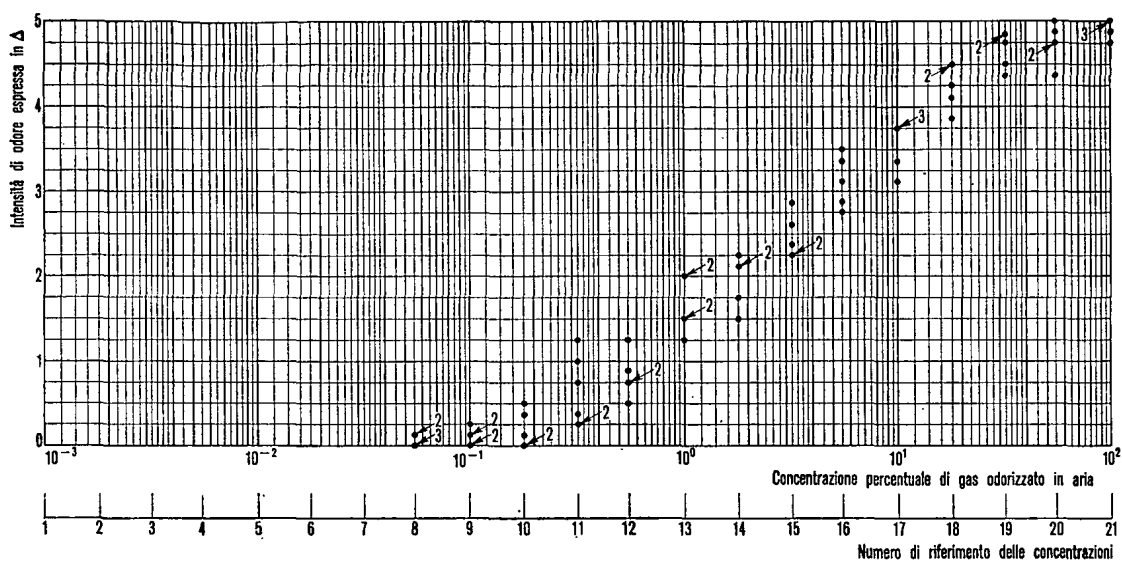
N° prova	N° di riferimento delle concentrazioni	Ora	Concentrazione percentuale di gas odorizzato in aria	Intensità di odore				Media	Note
				Operatore A	Operatore B	Operatore C	Operatore D		
1	13	9,00	1,0 × 10 <sup>0</sup>	1	2	1,5	1,5	1,500	
2	11	9,20	3,2 × 10 <sup>-1</sup>	0,5	1	1	0,5	0,750	
3	9	9,35	1,0 × 10 <sup>-1</sup>	0,5	0	0	0,5	0,250	
4	14	9,50	1,8 × 10 <sup>0</sup>	2,5	2,5	2	2	2,250	
5	16	10,20	5,5 × 10 <sup>0</sup>	3,5	2,5	3	2,5	2,875	
6	18	11,00	1,8 × 10 <sup>1</sup>	4,5	4,5	3,5	4,5	4,350	
7	19	11,50	3,2 × 10 <sup>1</sup>	4,5	4,5	4,5	4,5	4,500	
8	10	12,30	2,8 × 10 <sup>-1</sup>	0,5	0	0	0	0,125	
9	8	14,45	5,5 × 10 <sup>-2</sup>	0	0	0	0	0	
10	14	15,00	1,8 × 10 <sup>0</sup>	2	2	2,5	2	2,125	
11	17	15,30	1,0 × 10 <sup>1</sup>	4	3,5	4	3,5	3,750	
12	20	16,20	5,5 × 10 <sup>1</sup>	4,5	4,5	5	5	4,750	
13	21	17,20	1,0 × 10 <sup>2</sup>	5	4,5	5	5	4,875	
14	8	9,00	5,5 × 10 <sup>-2</sup>	0	0	0	0,5	0,125	
15	12	9,15	5,5 × 10 <sup>-1</sup>	0	1	0,5	1,5		prova nulla
16	11	9,40	3,2 × 10 <sup>-1</sup>	0	0,5	0	0,5	0,250	
17	15	10,00	3,2 × 10 <sup>0</sup>	2	3	2	2	2,250	
18	16	10,30	5,5 × 10 <sup>0</sup>	3,5	3	2,5	3,5	3,125	
19	16	11,10	5,5 × 10 <sup>0</sup>	4	3	3,5	3	3,375	
20	21	12,00	1,0 × 10 <sup>2</sup>	5	5	5	5	5,000	
21	15	14,35	3,2 × 10 <sup>0</sup>	2	2,5	2,5	2,5	2,375	
22	13	15,10	1,0 × 10 <sup>0</sup>	2	2	2	2	2,000	
23	14	15,40	1,8 × 10 <sup>0</sup>	2,5	2	1	1,5		prova nulla
24	15	16,10	3,2 × 10 <sup>0</sup>	2,5	3	3,5	2,5	2,875	
25	12	16,50	5,5 × 10 <sup>-1</sup>	1	1	0,5	0,5	0,750	
26	12	17,10	5,5 × 10 <sup>-1</sup>	1,5	0,5	0,5	0,5	0,750	
27	19	17,30	3,2 × 10 <sup>1</sup>	4	4,5	4,5	4,5	4,375	
28	10	9,00	1,8 × 10 <sup>-1</sup>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,500	
29	9	9,20	1,0 × 10 <sup>-1</sup>	0	0,5	0	0	0,125	
30	13	9,40	1,0 × 10 <sup>0</sup>	1	1	1	2	1,250	
31	11	10,05	3,2 × 10 <sup>-1</sup>	1	1	1	1	1,000	
32	17	10,30	1,0 × 10 <sup>1</sup>	3	4	4	4	3,750	
33	14	11,20	1,8 × 10 <sup>0</sup>	1,5	2,5	2	2,5	2,125	
34	20	12,00	5,5 × 10 <sup>1</sup>	4,5	5	4,5	5	4,750	

(segue)

N° prova	N° di riferimento delle concentrazioni	Ora	Concentrazione percentuale di gas odorizzato in aria	Intensità di odore					Note
				Operatore A	Operatore B	Operatore C	Operatore D	Media	
35	12	14,15	$5,5 \times 10^{-1}$	1,5	1,5	1	1	1,250	prova nulla
36	10	14,40	$1,8 \times 10^{-1}$	0	0	0	0	0	
37	8	15,00	$5,5 \times 10^{-2}$	0	0	0	0	0	
38	18	15,15	$1,8 \times 10^1$	4,5	4,5	4,5	4,5	4,500	
39	15	16,15	$3,2 \times 10^0$	2,5	2	3	3	2,625	
40	13	16,50	$1,0 \times 10^0$	1,5	2	1,5	1	1,500	
41	11	17,00	$3,2 \times 10^{-1}$	0,5	1	1,5	2		
42	21	17,15	$1,0 \times 10^2$	4	5	5	5	4,750	
43	9	9,00	$1,0 \times 10^{-1}$	0	0,5	0	0	0,125	
44	12	9,15	$5,5 \times 10^{-1}$	0,5	1	0,5	0	0,500	
45	16	9,35	$5,5 \times 10^0$	3	3,5	4	3,5	3,500	
46	19	10,30	$3,2 \times 10^1$	4,5	5	4,5	5	4,750	
47	17	11,50	$1,0 \times 10^1$	4	4	3	4	3,750	
48	15	14,15	$3,2 \times 10^0$	2	2,5	2	2,5	2,250	
49	11	14,50	$3,2 \times 10^{-1}$	0	0,5	0,5	0	0,250	
50	14	15,10	$1,8 \times 10^0$	1,5	1,5	2,5	1,5	1,750	
51	10	15,40	$1,8 \times 10^{-1}$	0	0	0	0	0	
52	18	16,10	$1,8 \times 10^1$	4	4,5	4	4	4,125	
53	21	17,20	$1,0 \times 10^2$	5	5	5	5	5,000	
54	9	9,00	$1,0 \times 10^{-1}$	0	0	0	0	0	
55	9	9,15	$5,5 \times 10^{-2}$	0	0	0,5	0	0,125	
56	13	9,30	$1,0 \times 10^0$	2	2	2	2	2,000	
57	17	9,50	$1,0 \times 10^1$	2,5	3	3,5	3,5	3,125	
58	19	10,45	$3,2 \times 10^1$	4,5	5	5	5	4,875	
59	20	12,10	$5,5 \times 10^1$	4	4,5	4,5	4,5	4,375	
60	14	14,30	$1,8 \times 10^0$	1	1,5	2	1,5	1,500	
61	10	15,05	$1,8 \times 10^{-1}$	0	0,5	0,5	0,5	0,375	
62	12	15,20	$5,5 \times 10^{-1}$	0,5	1	1	1	0,875	
63	18	15,40	$1,8 \times 10^1$	3,5	4	3,5	4,5	3,875	
64	16	16,45	$5,5 \times 10^0$	2,5	2,5	2,5	3,5	2,750	
65	20	17,30	$5,5 \times 10^1$	5	5	5	5	5,000	
66	11	9,00	$3,2 \times 10^{-1}$	0,5	0,5	0	0,5	0,375	
67	8	9,20	$5,5 \times 10^{-2}$	0	0	0	0	0	
68	9	9,35	$1,0 \times 10^{-1}$	0	0	0	0	0	
69	19	9,50	$3,2 \times 10^1$	4,5	5	5	5	4,875	
70	17	11,10	$1,0 \times 10^1$	3	4	3,5	3	3,375	
71	20	12,10	$5,5 \times 10^1$	5	5	4,5	5	4,875	
72	21	14,45	$1,0 \times 10^2$	5	5	5	5	5,000	
73	18	16,30	$1,8 \times 10^1$	4,5	4,5	4,5	4,5	4,500	

(segue)

Diagramma A - Rappresentazione grafica dei risultati delle prove con un gas



n Numero di risultati coincidenti

Prospetto II - Elaborazione dei risultati delle prove per la determinazione della curva di intensità di odore di un gas (retta)

Concentrazione	X media	I media	lg X	(lg X) <sup>2</sup>	I lg X
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8	0,055	0,050			
9	0,100	0,100			
10	0,180	0,200			
11	0,320	0,525	-0,494 85	0,244 88	-0,259 80
12	0,550	0,825	-0,259 64	0,067 41	-0,214 20
13	1,000	1,650	0	0	0
14	1,800	1,950	0,255 27	0,065 16	0,497 78
15	3,200	2,475	0,505 15	0,255 18	1,250 25
16	5,500	3,125	0,740 36	0,548 13	2,313 63
17	10,000	3,550	1,000 00	1,000 00	3,550 00
18	18,000	4,250	1,255 27	1,575 70	5,334 90
19	32,000	4,675			
20	55,000	4,750			
21	100,000	4,925			
<b>N = 8</b>		<b>M = 18,350</b>	<b>L = 3,001 56</b>	<b>A = 3,756 46</b>	<b>B = 12,472 56</b>

$$K = \frac{B N - L M}{A N - L^2} = \frac{12,472 56 \times 8 - 3,001 56 \times 18,35}{3,756 46 \times 8 - (3,001 56)^2} = 2,12$$

$$K' = \frac{1}{N} M - K L = \frac{1}{8} (18,35 - 2,12 \times 3,001 56) = 1,50$$

(segue)

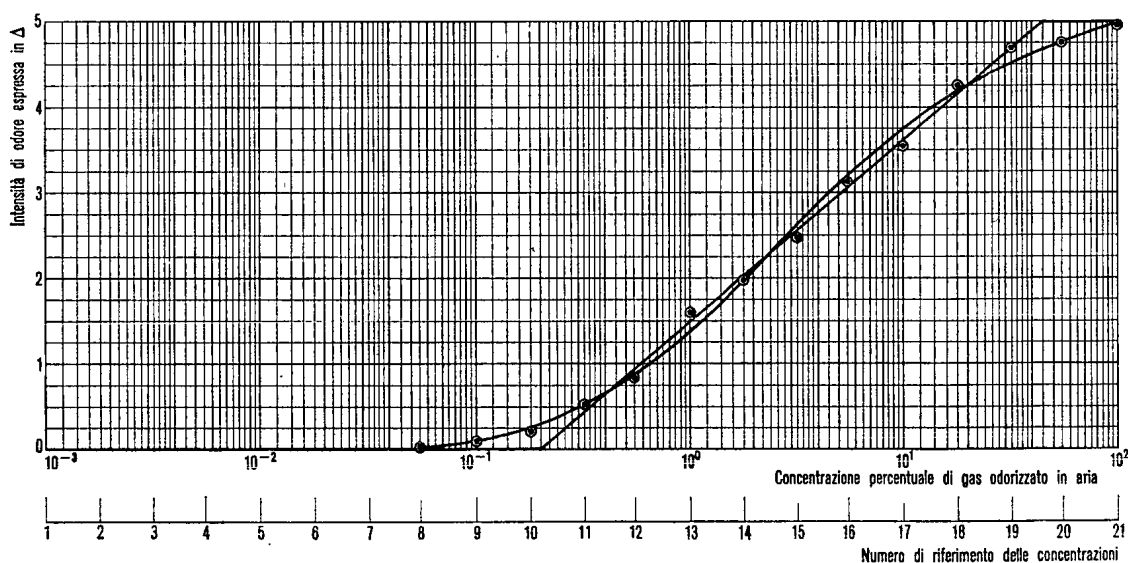
Prospetto III - Elaborazione dei risultati delle prove per la determinazione della curva di intensità di odore di un gas (curva ad S)

Concentrazione	X media	I media	lg X	(lg X) <sup>2</sup>	$Y = \frac{5,5}{1 + 0,25 X} - 1$	ln Y	lg X · ln Y
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8	0,055	0,050	-1,259 64	1,586 69	17,333 33	2,852 63	- 3,593 29
9	0,100	0,100	-1,000 00	1,000 00	14,714 29	2,688 82	- 2,688 82
10	0,180	0,200	-0,744 73	0,554 62	11,222 22	2,417 90	- 1,800 68
11	0,320	0,525	-0,494 85	0,244 88	6,096 77	1,807 76	- 0,894 57
12	0,550	0,825	-0,259 64	0,067 41	4,116 28	1,414 95	- 0,367 38
13	1,000	1,650	0	0	1,894 74	0,639 08	0
14	1,800	1,950	0,255 27	0,065 16	1,500 00	0,405 47	0,103 50
15	3,200	2,475	0,505 15	0,255 18	1,018 35	0,018 18	0,009 18
16	5,500	3,125	0,740 36	0,548 13	0,629 63	-0,462 62	- 0,342 51
17	10,000	3,550	1,000 00	1,000 00	0,447 37	-0,804 37	- 0,804 37
18	18,000	4,250	1,255 27	1,575 70	0,222 22	-1,504 09	- 1,888 04
19	32,000	4,675	1,505 15	2,265 48	0,116 75	-2,147 72	- 3,232 64
20	55,000	4,750	1,740 36	3,028 85	0,100 00	-2,302 59	- 4,007 34
21	100,000	4,925	2,000 00	4,000 00	0,062 80	-2,767 80	- 5,535 60
N = 14			D=5,242 70	F=16,192 10		C= 2,255 60	E= -25,042 56

$$G = \frac{C F - D E}{N F - D^2} = \frac{2,255 60 \times 16,192 10 - 5,242 70 \times (-25,042 56)}{14 \times 16,192 10 - 5,242 70^2} = 0,842 42$$

$$\beta = e^G = 2,32 \quad \gamma = \frac{N G - C}{D} = \frac{14 \times 0,842 42 - 2,255 60}{5,242 70} = 1,82$$

Diagramma B - Curva di intensità di odore di un gas



Equazione della retta:  $I = 2,12 \lg X + 1,50$

Equazione della curva:  $I = \frac{5,5}{1 + 2,32 e^{-1,82 \lg X}} - 0,25$

⊙ Punto medio

(segue)

**Prospetto IV - Raccolta dei dati per il controllo delle caratteristiche olfattive di un gas in base alla sua curva di intensità di odore già determinata**

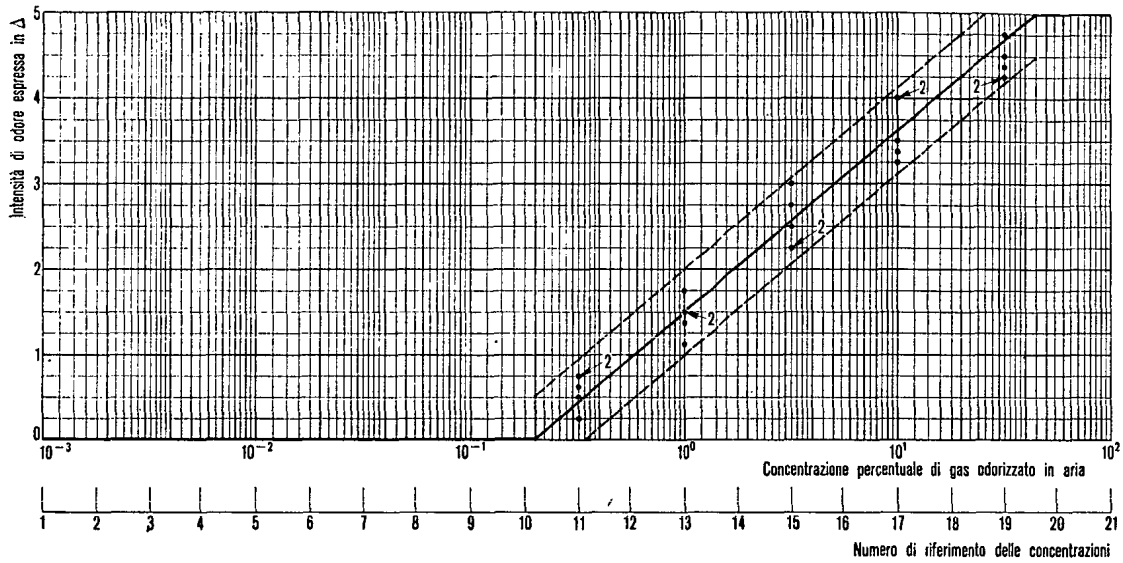
Temperatura: min. 18 °C      max. 22 °C      media 20 °C

Umidità:    min. 60 %      max. 70 %      media 65 %

N° prova	N° di riferimento delle concentrazioni	Ora	Concentrazione percentuale di gas odorizzato in aria	Intensità di odore					Note
				Operatore A	Operatore B	Operatore C	Operatore D	Media	
1	13	9,00	$1,0 \times 10^0$	1	2	2	2	1,750	
2	11	9,20	$3,2 \times 10^{-1}$	0,5	0,5	1	0,5	0,625	
3	17	9,35	$1,0 \times 10^1$	4	4	3,5	4,5	4,000	
4	15	10,20	$3,2 \times 10^0$	2	2,5	2,5	3	2,500	
5	11	10,50	$3,2 \times 10^{-1}$	0	0,5	0	0,5	0,250	
6	13	11,05	$1,0 \times 10^0$	1	1,5	1	1	1,125	
7	15	11,25	$3,2 \times 10^0$	3	2,5	3	3,5	3,000	
8	19	12,00	$3,2 \times 10^1$	4,5	5	4,5	5	4,750	
9	15	14,00	$3,2 \times 10^0$	2	2	3	2	2,250	
10	17	14,30	$1,0 \times 10^1$	3,5	3,5	3	4	3,500	
11	13	15,15	$1,0 \times 10^0$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,500	
12	11	15,40	$3,2 \times 10^1$	0,5	1	1	0,5	0,750	
13	17	16,00	$1,0 \times 10^1$	2,5	3,5	3,5	3,5	3,250	
14	19	16,35	$3,2 \times 10^1$	4,5	4,5	3,5	4,5	4,250	
15	19	17,30	$3,2 \times 10^1$	4,5	4,5	4	5	4,500	
16	9	9,00	$1,0 \times 10^{-1}$	0	0	0,5	0	0,125	
17	13	9,15	$1,0 \times 10^0$	2	1,5	1,5	1	1,500	
18	15	9,35	$3,2 \times 10^0$	2,5	2,5	3,5	2,5	2,750	
19	11	10,05	$3,2 \times 10^{-1}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,500	
20	13	10,20	$1,0 \times 10^0$	1	1,5	1,5	1,5	1,375	
21	17	10,40	$1,0 \times 10^1$	4	3,5	4	4,5	4,000	
22	19	11,30	$3,2 \times 10^1$	4,5	4	4,4	4,5	4,375	
23	11	14,15	$3,2 \times 10^{-1}$	1	1	0,5	0,5	0,750	
24	17	14,35	$1,0 \times 10^1$	3	3	3,5	4	3,375	
25	15	15,15	$3,2 \times 10^0$	2	3	2	2	2,250	
26	19	15,40	$3,2 \times 10^1$	3,5	4,5	5	4		prova nulla
27	19	17,00	$3,2 \times 10^1$	4	4,5	4,5	4	4,250	

(segue)

**Diagramma C - Controllo delle caratteristiche olfattive di un gas in base alla sua curva di intensità di odore già determinata**



Numero di risultati coincidenti

**Prospetto V - Raccolta dei dati per la determinazione dell'intensità di odore di un gas ad una determinata concentrazione**

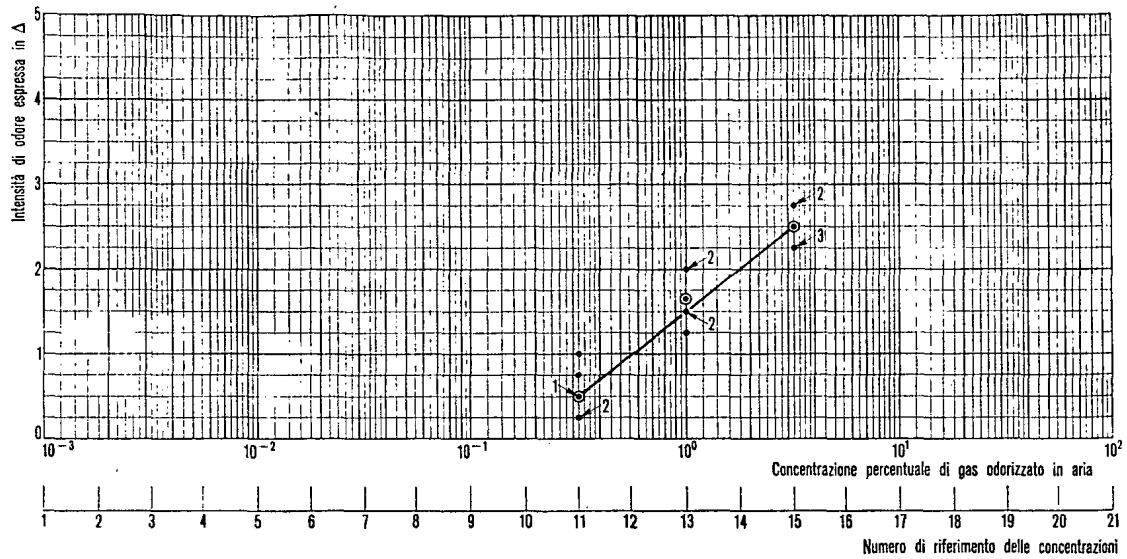
Temperatura: min. 18 °C      max. 22 °C      media 20 °C  
 Umidità:      min. 60 %      max. 70 %      media 65 %

N° prova	N° di riferimento delle concentrazioni	Ora	Concentrazione percentuale di gas odorizzato in aria	Intensità di odore					Note
				Operatore A	Operatore B	Operatore C	Operatore D	Media	
1	13	9,00	$1,0 \times 10^0$	1,5	1,5			1,500	
2	11	9,25	$3,2 \times 10^{-1}$	0,5	1			0,750	
3	11	9,45	$3,2 \times 10^{-1}$	0	0,5			0,250	
4	15	10,00	$3,2 \times 10^0$	2	2,5			2,250	
5	15	10,35	$3,2 \times 10^0$	2	2,5			2,250	
6	13	11,15	$1,0 \times 10^0$	2	2			2,000	
7	15	11,45	$3,2 \times 10^0$	2,5	3			2,750	
8	13	14,00	$1,0 \times 10^0$	1,5	1			1,250	
9	11	14,20	$3,2 \times 10^{-1}$	1	1			1,000	
10	15	14,40	$3,2 \times 10^0$	2,5	3			2,750	
11	13	15,15	$1,0 \times 10^0$	1,5	1,5			1,500	
12	15	15,40	$3,2 \times 10^0$	2	2,5			2,250	
13	11	16,10	$3,2 \times 10^{-1}$	0	0,5			0,250	
14	13	16,30	$1,0 \times 10^0$	2	2			2,000	
15	11	17,10	$3,2 \times 10^{-1}$	0,5	0,5			0,500	

(segue)



Diagramma D - Determinazione dell'intensità di odore di un gas alla concentrazione  $X = 1\%$



↖ Numero di risultati coincidenti  
 ○ Punto medio

Prospetto VI - Raccolta dei dati per la determinazione della curva di intensità di odore di un odorizzante

Temperatura: min. 20 °C      max. 22 °C      media 21 °C  
 Umidità:      min. 65 %      max. 70 %      media 67 %

N° prova	Intervallo	Ora	Concentrazione di odorizzante in aria $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{st}}$	Intensità di odore				Media	Note
				Operatore A	Operatore B	Operatore C	Operatore D		
1	13-14	9,00	$1,25 \times 10^0$	3	3	4	3	3,250	prova nulla
2	8-9	9,45	$7,52 \times 10^{-2}$	1,5	2	2	2	1,875	
3	5-6	10,05	$1,56 \times 10^{-2}$	0,5	1	0,5	0	0,500	
4	4-5	10,20	$5,50 \times 10^{-3}$	0	0,5	0,5	0	0,250	
5	10-11	10,35	$2,23 \times 10^{-1}$	2,5	2,5	2,5	3	2,625	
6	12-13	11,05	$8,81 \times 10^{-1}$	2,5	3	3	3	2,875	
7	7-8	11,40	$5,00 \times 10^{-2}$	1	1,5	2,5	1,5		
8	15-16	12,00	$4,75 \times 10^0$	4	4,5	4	3,5	4,000	
9	7-8	14,30	$4,60 \times 10^{-2}$	1	1,5	1	1,5	1,250	
10	11-12	14,50	$5,16 \times 10^{-1}$	3	3	3	3	3,000	
11	5-6	15,20	$1,13 \times 10^{-2}$	1	0,5	0	0,5	0,500	
12	12-13	15,35	$6,52 \times 10^{-1}$	3	3	3	3,5	3,125	
13	3-4	16,10	$3,87 \times 10^{-3}$	0	0,5	0	0	0,125	
14	9-10	16,25	$1,08 \times 10^{-1}$	2,5	2,5	2	2,5	2,375	
15	17-18	17,00	$1,61 \times 10^1$	4,5	5	5	4,5	4,750	
16	2-3	9,00	$2,88 \times 10^{-3}$	0	0	0,5	0	0,125	

(segue)

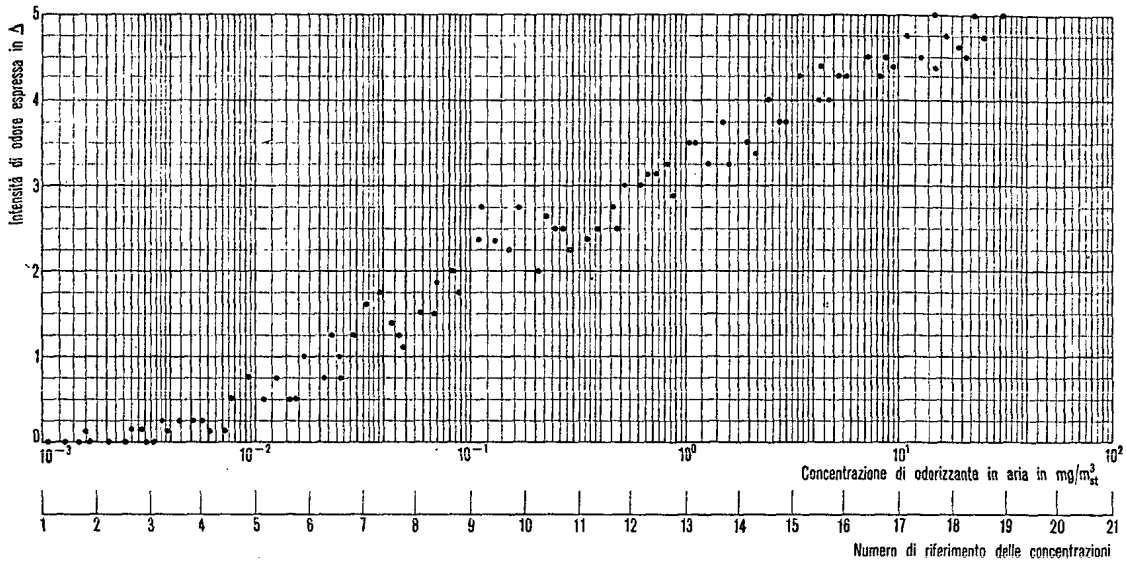
N° prova	Intervallo	Ora	Concentrazione di odorizzante in aria mg/m <sup>3</sup>	Intensità di odore					Note
				Operatore A	Operatore B	Operatore C	Operatore D	Media	
17	6-7	9,15	2,41 × 10 <sup>-2</sup>	1	1	1	1	1,000	
18	9-10	9,35	1,50 × 10 <sup>-1</sup>	2	2,5	2	2,5	2,250	
19	4-5	10,05	7,95 × 10 <sup>-3</sup>	1	1	0	0	0,500	
20	1-2	10,20	1,56 × 10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	
21	14-15	10,35	2,52 × 10 <sup>0</sup>	3,5	3,5	4,5	4,5	4,000	
22	16-17	11,30	7,08 × 10 <sup>0</sup>	4,5	5	4,5	4	4,500	
23	8-9	14,15	8,95 × 10 <sup>-2</sup>	2	2	1,5	1,5	1,750	
24	5-6	14,45	1,70 × 10 <sup>-2</sup>	1	1,5	1	0	1,000	
25	2-3	15,10	2,07 × 10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	
26	10-11	15,25	2,45 × 10 <sup>-1</sup>	2	3	2,5	2,5	2,500	
27	15-16	16,00	3,42 × 10 <sup>0</sup>	4	4,5	4	4,5	4,250	
28	11-12	16,45	4,93 × 10 <sup>-1</sup>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,500	
29	6-7	17,15	2,12 × 10 <sup>-2</sup>	0,5	1	0	1,5		prova nulla
30	18	17,35	3,05 × 10 <sup>1</sup>	5	5	5	5	5,000	
31	13-14	9,00	1,12 × 10 <sup>0</sup>	3	3	4	4	3,500	
32	16-17	9,45	5,77 × 10 <sup>0</sup>	4,5	4,5	3,5	4,5	4,250	
33	10-11	10,45	2,89 × 10 <sup>-1</sup>	2	2	3	2	2,250	
34	7-8	11,15	3,94 × 10 <sup>-2</sup>	1,5	2	2	1,5	1,750	
35	4-5	11,35	9,42 × 10 <sup>-3</sup>	1	1	1	0	0,750	
36	6-7	11,55	2,56 × 10 <sup>-2</sup>	0,5	1	1	0,5	0,750	
37	1-2	14,15	1,38 × 10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	
38	9-10	14,30	1,17 × 10 <sup>-1</sup>	1	2	2	2	1,750	
39	6-7	14,55	2,22 × 10 <sup>-2</sup>	1	1,5	1	1,5	1,250	
40	12-13	15,20	7,45 × 10 <sup>-1</sup>	3	3	3,5	3	3,125	
41	7-8	16,00	4,91 × 10 <sup>-2</sup>	1,5	1,5	1	0,5	1,125	
42	3-4	16,20	3,63 × 10 <sup>-3</sup>	0	0,5	0,5	0	0,250	
43	8-9	16,35	5,95 × 10 <sup>-2</sup>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,500	
44	9-10	17,00	2,62 × 10 <sup>-1</sup>	1,5	2	3	2		prova nulla
45	17-18	17,30	1,26 × 10 <sup>1</sup>	5	4,5	4	4,5	4,500	
46	11-12	9,00	3,50 × 10 <sup>-1</sup>	2,5	2,5	2	2,5	2,375	
47	3-4	9,30	5,03 × 10 <sup>-3</sup>	0,5	0,5	0	0	0,250	
48	2-3	9,45	2,62 × 10 <sup>-3</sup>	0	0	0,5	0	0,125	
49	8-9	10,00	6,85 × 10 <sup>-2</sup>	2	2	1	1	1,500	
50	13-14	10,30	1,50 × 10 <sup>0</sup>	4	4	3	4	3,750	
51	14-15	11,15	1,92 × 10 <sup>0</sup>	3	3,5	3,5	4	3,500	
52	17-18	12,00	1,46 × 10 <sup>1</sup>	4,5	4	4,5	4,5	4,375	
53	9-10	14,30	1,35 × 10 <sup>-1</sup>	2	2,5	2,5	2,5	2,375	
54	5-6	15,00	1,50 × 10 <sup>-2</sup>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,500	
55	1-2	15,30	1,70 × 10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	
56	11-12	15,45	3,96 × 10 <sup>-1</sup>	2,5	3	2	2,5	2,500	

(segue)

N° prova	Intervallo	Ora	Concentrazione di odorizzante in aria mg/m <sup>3</sup>	Intensità di odore					Note
				Operatore A	Operatore B	Operatore C	Operatore D	Media	
57	6-7	16,20	2,91 × 10 <sup>-1</sup>	2	1	1	1	1,250	
58	12-13	16,45	8,37 × 10 <sup>-1</sup>	3,5	3,5	2,5	3,5	3,250	
59	18	17,30	2,28 × 10 <sup>1</sup>	5	5	5	5	5,000	
60	4-5	9,00	7,12 × 10 <sup>-3</sup>	0,5	0	0	0	0,125	
61	2-3	9,15	2,50 × 10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	
62	7-8	9,30	4,47 × 10 <sup>-2</sup>	2	1,5	1	1	1,375	
63	14-15	9,50	2,93 × 10 <sup>0</sup>	4	4	3,5	3,5	3,750	
64	8-9	10,35	6,25 × 10 <sup>-2</sup>	1	1,5	1	2,5		prova nulla
65	10-11	10,55	2,06 × 10 <sup>-1</sup>	2	2	2	2	2,000	
66	13-14	11,25	1,02 × 10 <sup>0</sup>	3	4	3,5	3,5	3,500	
67	16-17	12,10	9,48 × 10 <sup>0</sup>	4	4,5	4,5	4,5	4,375	
68	3-4	14,30	3,30 × 10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	
69	1-2	14,45	1,11 × 10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	
70	7-8	15,00	3,23 × 10 <sup>-2</sup>	1,5	1,5	2	1,5	1,675	
71	14-15	15,25	2,17 × 10 <sup>0</sup>	3	4	3,5	3	3,375	
72	15-16	16,10	4,30 × 10 <sup>0</sup>	4,5	4,5	4	4,5	4,375	
73	9-10	17,00	1,64 × 10 <sup>-1</sup>	3	3	2,5	2,5	2,750	
74	18	17,30	2,52 × 10 <sup>1</sup>	4,5	4,5	5	5	4,750	
75	8-9	9,00	8,26 × 10 <sup>-2</sup>	2	2	2	2	2,000	
76	4-5	9,30	6,14 × 10 <sup>-3</sup>	0	0,5	0	0	0,125	
77	1-2	9,45	1,61 × 10 <sup>-3</sup>	0	0	0,5	0	0,125	
78	10-11	10,00	2,73 × 10 <sup>-1</sup>	2	2,5	3	2,5	2,500	
79	15-16	10,35	4,18 × 10 <sup>0</sup>	4	3,5	4,5	4	4,000	
80	11-12	11,30	4,57 × 10 <sup>-1</sup>	2	3	3	3	2,750	
81	17-18	12,05	1,48 × 10 <sup>1</sup>	5	5	5	5	5,000	
82	14-15	14,20	2,85 × 10 <sup>0</sup>	3,5	4	4	3,5	3,750	
83	16-17	15,20	8,19 × 10 <sup>0</sup>	4	4	4,5	4,5	4,250	
84	13-14	16,20	1,16 × 10 <sup>0</sup>	3	3	3	4	3,250	
85	10-11	17,00	1,96 × 10 <sup>-1</sup>	1,5	2	2,5	3		prova nulla
86	18	17,30	1,92 × 10 <sup>1</sup>	4,5	5	4,5	4,5	4,625	
87	3-4	9,00	4,46 × 10 <sup>-3</sup>	0	0,5	0	0,5	0,250	
88	2-3	9,15	3,03 × 10 <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0	
89	6-7	9,30	2,12 × 10 <sup>-2</sup>	1	0,5	1	0,5	0,750	
90	15-16	10,00	5,24 × 10 <sup>0</sup>	4	4,5	4	4,5	4,250	
91	18	11,00	2,07 × 10 <sup>1</sup>	4,5	4,5	4,5	4,5	4,500	
92	5-6	14,15	1,26 × 10 <sup>-2</sup>	0,5	0,5	1	1	0,750	
93	12-13	14,35	6,11 × 10 <sup>-1</sup>	3	3	3	3	3,000	
94	16-17	15,15	6,20 × 10 <sup>0</sup>	3,5	4	4,5	3		prova nulla
95	17-18	16,10	1,09 × 10 <sup>1</sup>	4,5	5	5	4,5	4,750	
96	16-17	17,20	8,73 × 10 <sup>0</sup>	4	5	5	4	4,500	

(segue)

Diagramma E - Rappresentazione grafica dei risultati delle prove con un odorizzante



Prospetto VII - Elaborazione dei risultati delle prove per la determinazione della curva di intensità di odore di un odorizzante (retta)

Intervallo	X media	I media	lg X	(lg X) <sup>2</sup>	I lg X
1-2	0,001 47	0,025			
2-3	0,002 62	0,050			
3-4	0,004 06	0,125			
4-5	0,007 22	0,350			
5-6	0,014 30	0,650	- 1,844 66	3,402 77	- 1,199 03
6-7	0,024 40	1,000	- 1,612 61	2,600 51	- 1,612 61
7-8	0,042 30	1,435	- 1,373 66	1,886 94	- 1,971 20
8-9	0,075 10	1,725	- 1,124 36	1,264 19	- 1,939 52
9-10	0,135 00	2,300	- 0,869 67	0,756 33	- 2,000 24
10-11	0,247 00	2,375	- 0,607 30	0,368 81	- 1,442 34
11-12	0,442 00	2,625	- 0,354 58	0,125 73	- 0,930 77
12-13	0,745 00	3,075	- 0,127 84	0,016 34	- 0,393 11
13-14	1,300 00	3,450	- 0,113 94	0,012 98	0,393 09
14-15	2,480 00	3,675	0,394 45	0,155 59	1,449 60
15-16	4,380 00	4,175	0,641 47	0,411 48	2,678 14
16-17	7,850 00	4,375	0,894 87	0,800 79	3,915 06
17-18	13,800 00	4,675			
18-19	23,700 00	4,775			
19-20					
20-21					
21-22					
N = 12		M = 30,860	L = - 5,869 95	A = 11,802 46	B = - 3,052 93

$$K = \frac{B N - L M}{A N - L^2} = \frac{-3,052 93 \times 12 - (-5,869 95 \times 30,86)}{11,802 46 \times 12 - (-5,869 95)^2} = 1,35$$

$$K' = \frac{1}{N} M - K L = \frac{1}{12} [30,86 - 1,35 \times (-5,869 95)] = 3,23$$

(segue)

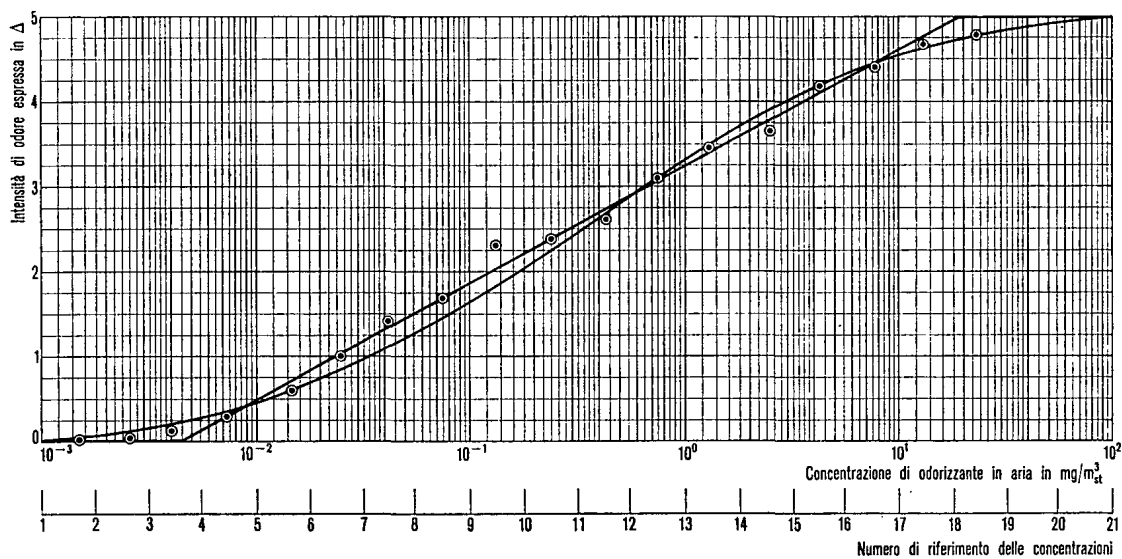
Prospetto VIII - Elaborazione dei risultati delle prove per la determinazione della curva di intensità di odore di un odorizzante (curva ad S)

Intervallo	X media	I media	lg X	(lg X) <sup>2</sup>	$Y = \frac{5,5}{1 + 0,25} - 1$	ln Y	lg X ln Y
1-2	0,001 47	0,025	- 2,832 68	8,024 08	19,000 00	2,944 44	- 8,340 66
2-3	0,002 62	0,050	- 2,581 70	6,665 17	17,333 33	2,852 63	- 7,364 63
3-4	0,004 06	0,125	- 2,391 47	5,719 13	13,666 67	2,614 96	- 6,253 60
4-5	0,007 22	0,350	- 2,141 46	4,585 85	8,166 67	2,100 06	- 4,497 19
5-6	0,014 30	0,650	- 1,844 66	3,402 77	5,111 11	1,631 42	- 3,009 42
6-7	0,024 40	1,000	- 1,612 61	2,600 51	3,400 00	1,223 78	- 1,973 48
7-8	0,042 30	1,435	- 1,373 66	1,886 94	2,254 09	0,817 17	- 1,122 51
8-9	0,075 10	1,725	- 1,124 36	1,264 19	1,784 81	0,579 31	- 0,651 35
9-10	0,135 00	2,300	- 0,869 67	0,756 33	1,156 86	0,145 71	- 0,126 72
10-11	0,247 00	2,375	- 0,607 30	0,368 81	1,095 24	0,090 97	- 0,055 25
11-12	0,442 00	2,625	- 0,354 58	0,125 73	0,913 04	- 0,090 98	0,032 26
12-13	0,745 00	3,075	- 0,127 84	0,016 34	0,654 14	- 0,424 43	0,054 26
13-14	1,300 00	3,450	0,113 94	0,012 98	0,486 49	- 0,720 54	- 0,082 09
14-15	2,480 00	3,675	0,394 45	0,155 59	0,401 27	- 0,913 12	- 0,360 18
15-16	4,380 00	4,175	0,641 47	0,411 48	0,242 94	- 1,414 94	- 0,907 64
16-17	7,850 00	4,375	0,894 87	0,800 79	0,189 19	- 1,665 00	- 1,489 96
17-18	13,800 00	4,675	1,139 88	1,299 33	0,116 75	- 2,147 72	- 2,448 14
18-19	23,700 00	4,775	1,374 75	1,889 94	0,094 53	- 2,358 84	- 3,242 82
19-20							
20-21							
21-22							
N = 18			D = -13,302 63	F = 39,985 96		C = 5,264 88	E = -41,834 62

$$G = \frac{C F - D E}{N F - D^2} = \frac{5,264 88 \times 39,985 96 - [-13,302 63 \times (-41,834 62)]}{18 \times 39,985 96 - (-13,302 63)^2} = -0,63754$$

$$\beta = e^G = 0,53 \quad \gamma = \frac{N G - C}{D} = \frac{18 \times (-0,637 54) - 5,264 88}{-13,302 63} = 1,26$$

Diagramma F - Curva di intensità di odore di un odorizzante



Equazione della retta:  $I = 1,35 \lg X + 3,23$

Equazione della curva:  $I = \frac{5,5}{1 + 0,53 e^{-1,26 \lg X}} - 0,25$

⊙ Punto medio

(segue)

## APPENDICE B

### Determinazione della quantità di odorizzante da immettere

#### B1. Gas non sufficientemente odoroso

Sia  $I_g$  l'intensità di odore relativa a  $X_g$ <sup>8)</sup>.

##### B1.1. Metodo rigoroso

È necessario conoscere le curve d'intensità di odore del gas e dell'odorizzante scelto.

##### a) Caso di due rette

Siano  $A_0, B_0, C_0, D_0$ , quattro punti della curva di intensità di odore dell'odorizzante, aventi rispettivamente intensità:

$$I_{A_0} = 2,5 \Delta$$

$$I_{B_0} = 2 \Delta$$

$$I_{C_0} = 1,5 \Delta$$

$$I_{D_0} = 1 \Delta$$

e concentrazione  $X_{A_0}, X_{B_0}, X_{C_0}, X_{D_0}$ .

Conoscendo i parametri di direzione  $K_g$  e  $K_0$  delle due rette<sup>9)</sup>, si determina il punto  $S_A$ , somma delle intensità di odore  $I_g$  e  $I_{A_0}$ , applicando le formule seguenti

$$K_s = \lg \left[ \frac{I_g}{I_g + I_{A_0}} \operatorname{arctg} K_g + \frac{I_{A_0}}{I_g + I_{A_0}} \operatorname{arctg} K_0 \right]$$

$$I_s = K_s \lg \left[ \frac{I_g}{10^{K_s}} + \frac{I_0}{10^{K_s}} \right]$$

$$X_s = X_{A_0}$$

Con lo stesso metodo, tenendo fisse  $X_g$  ed  $I_g$ , si determinano le intensità di odore dei punti  $S_B, S_C, S_D$  somma delle intensità di odore  $I_g$  e rispettivamente  $I_{B_0}, I_{C_0}, I_{D_0}$ .

Si riportano i quattro punti ottenuti sul diagramma semilogaritmico e si uniscono con un tratto di curva. Sia  $S_2$  il punto di tale curva, avente intensità di odore uguale a  $2 \Delta$ , e sia  $X_{S_2}$  la concentrazione corrispondente (milligrammi di odorizzante a metro cubo "standard" d'aria).

La quantità  $Q$  di odorizzante, in milligrammi al metro cubo "standard" di gas, da immettere nel gas per ottenere un'intensità di odore di  $2 \Delta$  alla concentrazione di allarme, è data dal rapporto

$$Q = 100 \frac{X_{S_2}}{X_g}$$

##### b) Caso di due curve ad S

Siano  $X_{g,2}$  e  $X_{g,3}$  le concentrazioni di gas corrispondenti rispettivamente all'intensità di odore di  $2 \Delta$  e  $3 \Delta$ . Si determina il parametro di direzione  $K_g$  con la formula

$$K_g = \frac{1}{\lg \frac{X_{g,3}}{X_{g,2}}}$$

In modo analogo si determina

$$K_0 = \frac{1}{\lg \frac{X_{0,3}}{X_{0,2}}}$$

essendo  $X_{0,2}$  e  $X_{0,3}$  le concentrazioni di odorizzante corrispondenti rispettivamente all'intensità di odore di  $2 \Delta$  e  $3 \Delta$ . Noti  $K_g$  e  $K_0$ , si prosegue il calcolo esattamente come nel caso di due rette.

##### B1.2. Metodo semplificato

È necessario conoscere la curva d'intensità di odore dell'odorizzante scelto.

Siano  $X_{0,2}$  e  $X_{0,3}$  le concentrazioni di odorizzante corrispondenti rispettivamente all'intensità di odore  $I_0$  e  $2\Delta$ . La quantità  $Q$  di odorizzante, in milligrammi al metro cubo "standard" di gas, da immettere nel gas, è ottenuta applicando la formula

$$Q = 100 \frac{X_{0,2} - X_{0,3}}{X_g}$$

dove  $X_g$  è espressa in percento di gas in aria.

(segue)

8) Con l'indice  $g$  si indicano i punti della curva d'intensità di odore del gas e con l'indice  $o$  quelli della curva d'intensità di odore dell'odorizzante.

9) Se non si conoscono le equazioni delle due rette, si determina il parametro di direzione  $K$  di ciascuna di esse applicando la formula seguente

$$K = \left| \frac{I_A - I_B}{\lg \frac{X_A}{X_B}} \right|$$

dove  $I_A$  e  $I_B$  sono le intensità di odore di due punti qualsiasi di una retta,  $X_A$  e  $X_B$  le rispettive concentrazioni.

## B2. Gas non odoroso

Un gas è considerato non odoroso quando la sua intensità di odore media, alla concentrazione di allarme, è minore o uguale a  $0,5 \Delta$ .

Sia  $X_{0,2}$  la concentrazione di odorizzante in aria corrispondente all'intensità di odore di  $2 \Delta$  (da rilevare dalla curva di intensità di odore dell'odorizzante).

La quantità  $Q$  di odorizzante, in milligrammi al metro cubo "standard" di gas, da immettere nel gas, è ottenuta applicando la formula

$$Q = 100 \frac{X_{0,2}}{X_g}$$

dove  $X_g$  è espressa in percento di gas in aria.

## B3. Esempi

### B3.1. Determinazione della quantità di odorizzante da immettere in un gas non sufficientemente odoroso

#### B3.1.1. Metodo rigoroso

##### a) Caso di due rette

Sul diagramma G sono state riportate le curve d'intensità di odore del gas e dell'odorizzante, rispettivamente di equazione:

$$\text{Gas: } I = 2,12 \lg X + 1,50$$

$$\text{Odorizzante: } I = 1,35 \lg X + 3,23$$

Le concentrazioni di odorizzante in aria, corrispondenti a intensità di odore rispettivamente di 2,5, 2, 1,5, 1  $\Delta$  sono:

$$X_{A_0} = 0,288 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$$

$$X_{B_0} = 0,123 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$$

$$X_{C_0} = 0,0523 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$$

$$X_{D_0} = 0,0223 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$$

Sia  $X_g = 1\%$  la concentrazione d'allarme del gas, a cui corrisponde l'intensità di odore  $I_g = 1,5 \Delta$ .

Il punto  $S_A$ , somma delle intensità di odore  $I_g$  e  $I_{A_0}$ , è così determinato:

$$K_{S_A} = \text{tg} \left[ \frac{1,5}{2,5 + 1,5} \arctg 2,12 + \frac{2,5}{2,5 + 1,5} \arctg 1,35 \right] = \text{tg}(0,375 \times 64^\circ 44' 50'' + 0,625 \times 53^\circ 28' 20'') =$$

$$= \text{tg}(0,375 \times 233 090'' + 0,625 \times 192 500'') = \text{tg}(207 721'') = \text{tg}(57^\circ 42' 1'') = 1,581 85$$

$$I_{S_A} = 1,581 85 \lg \left[ 10^{\frac{1,5}{1,581 85}} + 10^{\frac{2,5}{1,581 85}} \right] = 1,581 85 \lg(10^{0,94826} + 10^{1,58043}) =$$

$$= 1,581 85 \lg(8,877 + 38,705) = 1,581 85 \times 1,671 486 = 2,644 \Delta$$

Il punto  $S_A$  ha quindi le seguenti coordinate

$$X_{S_A} = X_{A_0} = 0,288 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$$

$$I_{S_A} = 2,64 \Delta$$

I punti  $S_B$ ,  $S_C$ ,  $S_D$ , determinati con lo stesso metodo, sono riportati, col punto  $S_A$  sul diagramma H.

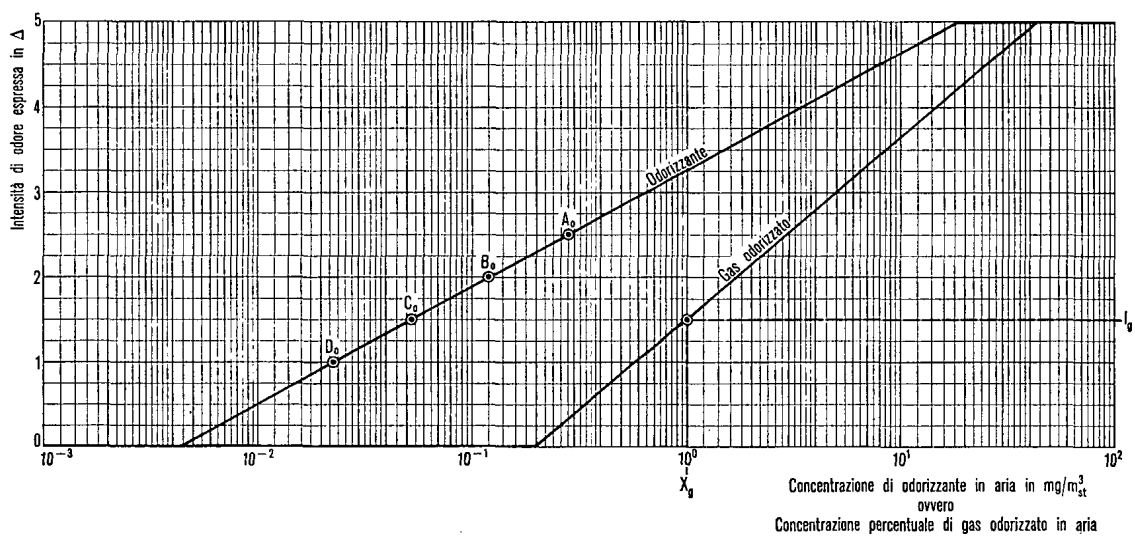
La concentrazione di odorizzante in aria corrispondente al punto  $S_2$  della curva avente intensità di odore uguale a  $2 \Delta$  è

$$X_{S_2} = 0,052 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$$

La quantità  $Q$  di odorizzante da aggiungere al gas è

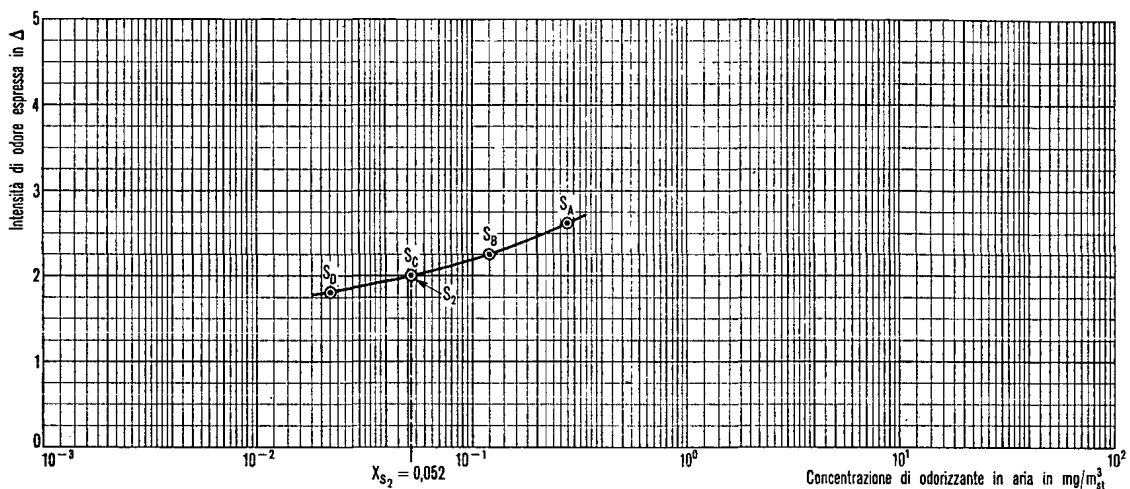
$$Q = 100 \frac{X_{S_2}}{X_g} = 100 \frac{0,052}{1} = 5,2 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$$

Diagramma G - Determinazione della quantità di odorizzante da immettere  
Rette caratteristiche



(segue)

Diagramma H - Determinazione della quantità di odorizzante da immettere



b) Caso di curve ad S

Sul diagramma I sono state riportate le curve d'intensità di odore di un gas e di un odorizzante aventi rispettivamente equazione:

$$\text{Gas: } I = \frac{5,5}{1 + 2,32 e^{-1,82 \lg X}} - 0,25$$

$$\text{Odorizzante: } I = \frac{5,5}{1 + 0,53 e^{-1,26 \lg X}} - 0,25$$

Le concentrazioni di odorizzante in aria corrispondenti a intensità di odore di 2,5, 2, 1,5 e 1 Δ sono:

$$\begin{aligned} X_{A'0} &= 0,313 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3 \\ X_{B'0} &= 0,160 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3 \\ X_{C'0} &= 0,0778 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3 \\ X_{D'0} &= 0,0335 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3 \end{aligned}$$

I parametri di direzione  $K_g$  e  $K_0$  sono

$$K_g = \frac{1}{\lg \frac{X_{g,5}}{X_{g,2}}} = \frac{1}{\lg \frac{4,6179}{1,8212}} = 2,47474$$

$$K_0 = \frac{1}{\lg \frac{X_{0,5}}{X_{0,2}}} = \frac{1}{\lg \frac{0,61372}{0,16006}} = 1,71325$$

Sia  $X_g = 1\%$  la concentrazione d'allarme del gas a cui corrisponde l'intensità di odore  $I = 1,41 \Delta$ .

Con metodo analogo a quello applicato nel caso di due rette, si ottengono i punti  $S_{A'}$ ,  $S_{B'}$ ,  $S_{C'}$ ,  $S_{D'}$  riportati nel diagramma L. La concentrazione di odorizzante in aria corrispondente al punto  $S_{2'}$  della curva avente intensità di odore uguale a 2 Δ è

$$X_{S_{2'}} = 0,063 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$$

La quantità Q di odorizzante da aggiungere al gas è

$$Q = 100 \frac{X_{S_{2'}}}{X_g} = 100 \frac{0,063}{1} = 6,3 \text{ mg/m}_{\text{st}}^3$$

(segue)



Diagramma I - Determinazione della quantità di odorizzante da immettere

Curve caratteristiche

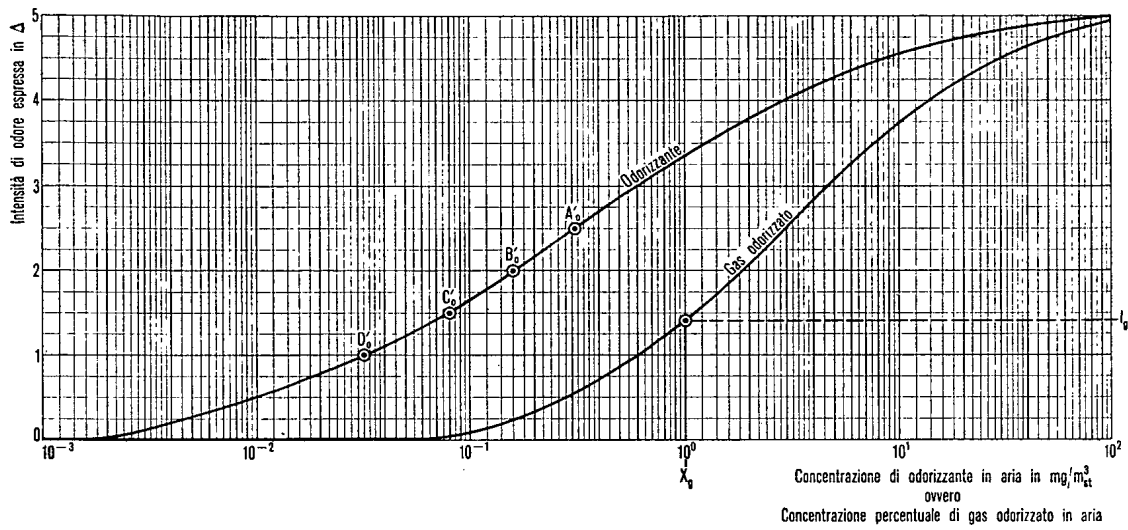
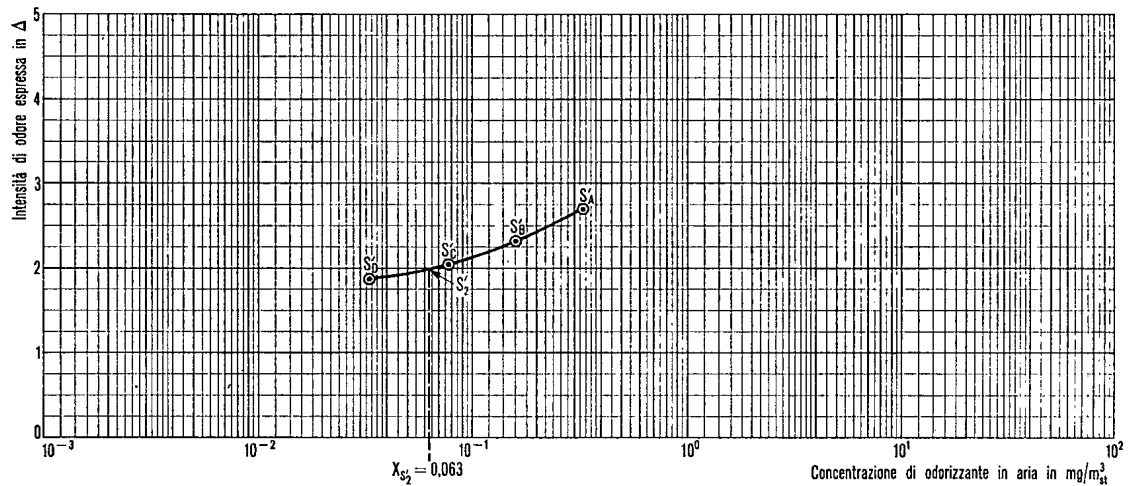


Diagramma L - Determinazione della quantità di odorizzante da immettere



B3.1.2. Metodo semplificato

Sul diagramma M, riportato a pagina 42, è tracciata la curva d'intensità di odore dell'odorizzante.

Sia  $X_g = 1\%$  di gas in aria;  $I_g = 1,5 \Delta$ .

Le concentrazioni di odorizzante in aria a cui corrispondono rispettivamente le intensità di odore di  $1,5 \Delta$  ( $I_g$ ) e  $2 \Delta$  sono:

$$X_{0,9} = 0,0523 \text{ mg}/\text{m}^3_{\text{st}}$$

$$X_{0,3} = 0,123 \text{ mg}/\text{m}^3_{\text{st}}$$

La quantità  $Q''$  di odorizzante da immettere nel gas è

$$Q'' = 100 \frac{X_{0,2} - X_{0,9}}{X_g} = 100 \frac{0,123 - 0,0523}{1} = 7,1 \text{ mg}/\text{m}^3_{\text{st}}$$

B3.2. Determinazione della quantità di odorizzante da immettere in un gas non odoroso

Sia  $X_g = 1\%$  la concentrazione di allarme del gas non odoroso. La concentrazione di odorizzante a cui corrisponde l'intensità di odore di  $2 \Delta$  è

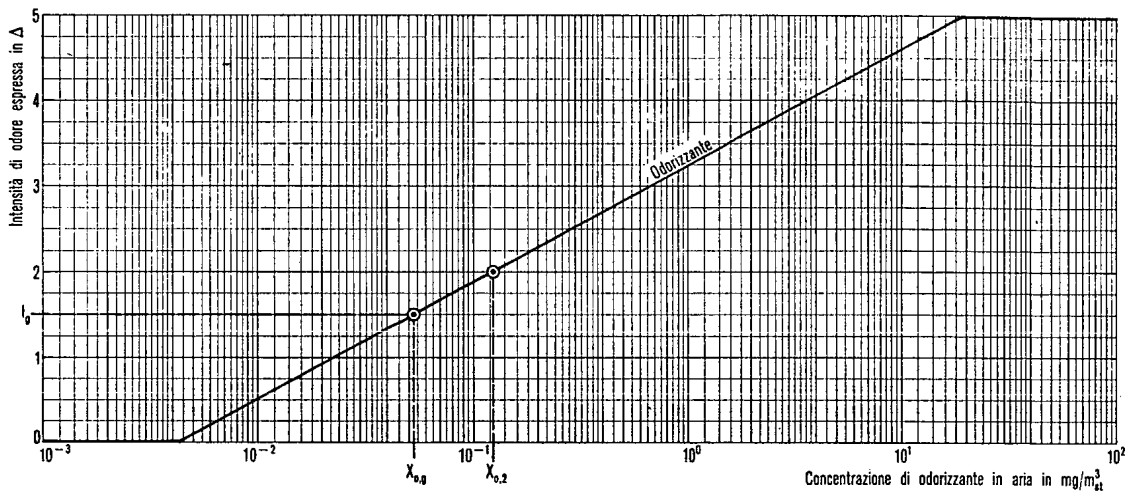
$$X_{0,2} = 0,123 \text{ mg}/\text{m}^3_{\text{st}}$$

La quantità  $Q'''$  di odorizzante da immettere nel gas è

$$Q''' = \frac{X_{0,2}}{X_g} = 100 \frac{0,123}{1} = 12,3 \text{ mg}/\text{m}^3_{\text{st}}$$

(segue)

Diagramma M - Determinazione della quantità di odorizzante da immettere



## APPENDICE C

### Dosaggio degli odorizzanti

- C1.** Il prospetto IX fornisce l'indicazione delle quantità di vari odorizzanti da immettere in differenti gas allo scopo di garantire una corretta intensità d'odore. Questo prospetto ha un carattere soltanto indicativo, in quanto per la sua compilazione è stato preso in esame un numero limitato di gas e di odorizzanti con caratteristiche ben definite. Il prospetto ha un valore assoluto soltanto per quei prodotti (odorizzanti e gas) che hanno rette di intensità di odore coincidenti con quelle riportate nei diagrammi N ed O.
- C2.** Sono state determinate le rette di intensità di odore di:
- 5 odorizzanti
  - 15 gas, così ripartiti:
    - 6 gas naturali
    - 5 gas manifatturati
    - 4 gas di petrolio liquefatti
- C3.** Sono state determinate sperimentalmente le rette di intensità di odore dei suddetti campioni e si è calcolato per via teorica il dosaggio degli odorizzanti nei gas.
- C4.** Esaminati i risultati sperimentali, si è convenuto di fissare delle concentrazioni medie di differenti odorizzanti da immettere in tutti i gas naturali senza riguardo alle differenti composizioni di questi ultimi. Si è infatti constatato che adottando tali concentrazioni medie, anziché quelle specifiche per ogni singolo gas naturale sperimentalmente determinate, le variazioni risultanti nelle intensità di odore dei gas alla concentrazione di allarme sono comprese entro i limiti dell'errore sperimentale.
- C5.** Per i gas manifatturati e per i gas di petrolio liquefatti, le cui composizioni sono indicate nei prospetti X e XI, sono invece fornite le concentrazioni specifiche dei vari odorizzanti da immettere nei singoli gas. Il tutto è riportato nel prospetto IX che è stato compilato per i gas contenenti CO, considerando come concentrazione massima ammissibile di CO nell'aria lo 0,025%.
- C6.** Nel prospetto stesso gli odorizzanti sono contrassegnati con lettere, in dipendenza della loro composizione (con l'indicazione del componente o dei componenti principali), secondo la seguente corrispondenza:
- odorizzante **A**: componente principale tetraidrotiofene;
  - odorizzante **B**: componenti principali dietilsolfuro, etilisopropilsolfuro, etilmercaptano;
  - odorizzante **C**: componenti principali dietilsolfuro, etilmercaptano;
  - odorizzante **D**: componente principale dimetilsolfuro;
  - odorizzante **E**: componente principale etilmercaptano.
- C7.** Oltre al prospetto riassuntivo sono riportati i diagrammi N ed O relativi alle curve di intensità di odore degli odorizzanti, dei gas manifatturati e dei gas di petrolio liquefatti.

(segue)

Prospetto IX - Quantità di odorizzante necessaria per odorizzare i vari gas

Gas	Odorizzante				
	A mg/m <sup>3</sup> <sub>st</sub>	B mg/m <sup>3</sup> <sub>st</sub>	C mg/m <sup>3</sup> <sub>st</sub>	D mg/m <sup>3</sup> <sub>st</sub>	E mg/m <sup>3</sup> <sub>st</sub>
Gas naturali	10	5	7	85	17
Propano deodorizzato (vedere prospetto X)	37	17	25	290	56
Propano 50% + propilene 50% (vedere prospetto X)	7	3	6	90	11
Butano deodorizzato (vedere prospetto X)	23	10	15	187	35
Butano 50% + butilene 50% (vedere prospetto X)	—	—	—	—	—
Gas di reforming DPL + CH <sub>4</sub> + aria (vedere prospetto XI)	23	10	16	179	35
Gas di reforming CH <sub>4</sub> + CH <sub>4</sub> + aria (vedere prospetto XI)	15	7	10	120	23
Gas di reforming CH <sub>4</sub> + CH <sub>4</sub> + aria + DPL d'arricchimento (vedere prospetto XI)	23	10	16	185	35
Gas di cracking catalitico DPL (vedere prospetto XI)	112	55	78	875	169
Miscela propano commerciale + aria (vedere prospetto XI)	—	—	—	—	—

Prospetto X - Caratteristiche dei gas di petrolio liquefatti

Gas	Propano deodorizzato	Propano 50% + + propilene 50%	Butano deodorizzato	Butano 50% + + butilene 50%
H <sub>2</sub>	—	< 0,005	—	—
CH <sub>4</sub>	—	< 0,025	—	—
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	—	< 0,005	—	—
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,5	< 0,28	—	—
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	—	48,27	—	0,11
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	99,5	51,39	0,7	0,36
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> normale	—	—	63,7	34,95
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> iso	—	—	35,6	18,03
Butene 1 + isobutene	—	—	—	22,19
Butene 2 trans	—	< 0,025	—	2,65
Butene 2 cis	—	—	—	1,74
1,3 Butadiene	—	—	—	19,87
1,2 Butadiene	—	—	—	0,07
C <sub>5</sub>	—	—	—	0,03
Allene	—	< 0,002 5	—	—
Propino	—	< 0,002 5	—	—

Prospetto XI - Caratteristiche di alcuni gas manifatturati

Gas	Reforming DPL + CH <sub>4</sub> + aria	Reforming CH <sub>4</sub> + CH <sub>4</sub> + aria	Reforming CH <sub>4</sub> + CH <sub>4</sub> + aria + DPL arricchimento	Cracking catalitico DPL	Propano commerciale + aria
CO <sub>2</sub>	4,0	5,1	4,2	5,8	—
O <sub>2</sub>	7,8	6,9	7,5	0,4	16,7
CO	3,9	3,0	3,4	15,7	—
H <sub>2</sub>	19,0	20,9	18,9	21,3	—
CH <sub>4</sub>	34,8	35,2	35,7	5,0	—
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	—	—	—	0,8	—
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	—	—	—	0,1	—
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	—	—	—	—	20,5
N <sub>2</sub>	30,5	28,9	30,3	50,9	62,8

(segue)

Diagramma N - Curve d'intensità d'odore degli odorizzanti A, B, C, D, E (vedere prospetto IX)

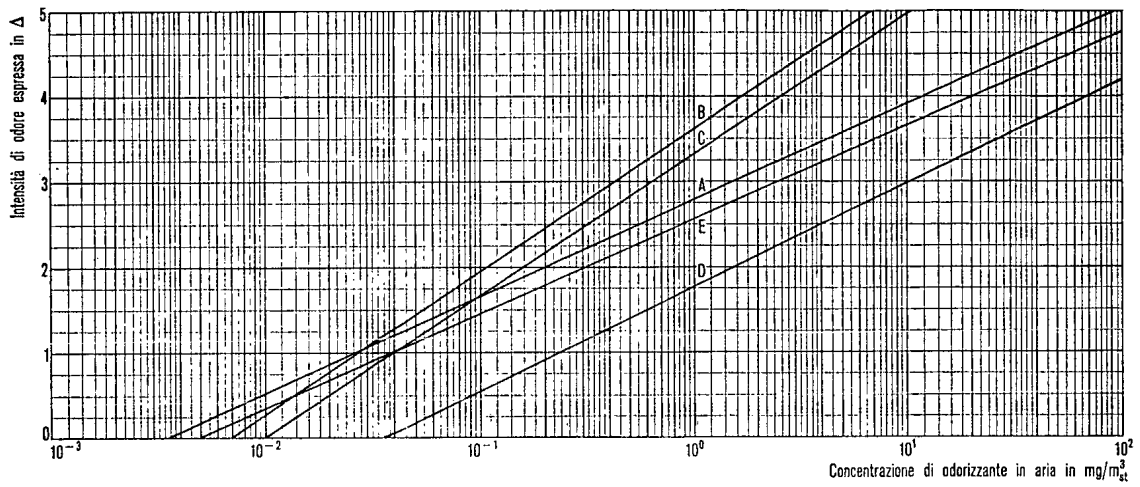
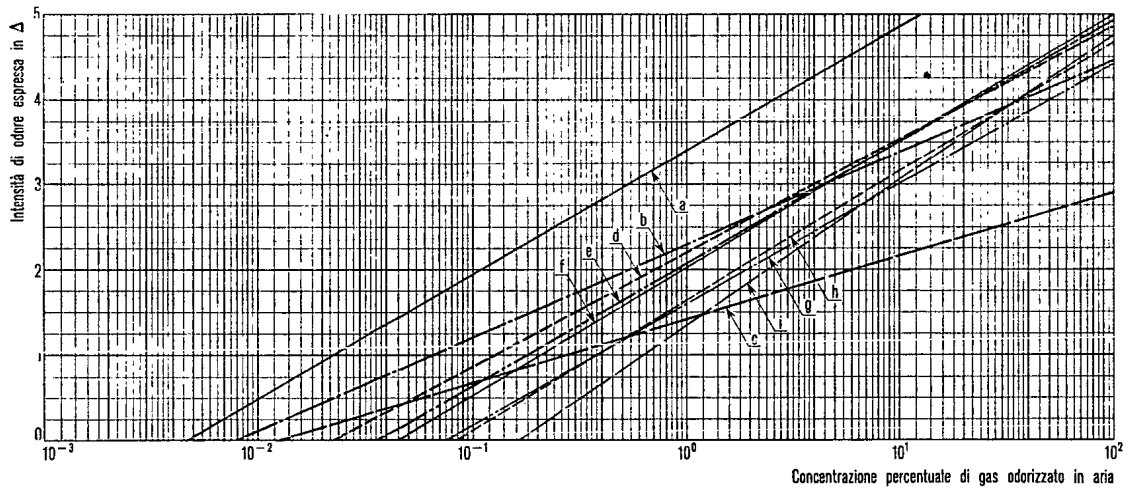


Diagramma O - Curve d'intensità d'odore di gas manufatturati e di gas di petrolio liquefatti (vedere prospetto IX)



- a Miscela 50% butano deodorizzato + 50% butilene
- b Miscela 50% propano deodorizzato + 50% propilene
- c Propano deodorizzato
- d Butano deodorizzato
- e Gas di cracking catalitico di DPL
- f Miscela propano commerciale + aria
- g Gas di reforming di DPL + gas naturale + aria
- h Gas di reforming di gas naturale + gas naturale + aria
- i Gas di reforming di gas naturale + gas naturale + aria + DPL di arricchimento

(segue)

## APPENDICE D

### Metodi di controllo per accertare se l'odorizzazione del gas è stata effettuata in modo corretto

#### D1. Metodo olfattivo

Il controllo per via olfattiva si esegue secondo la metodologia descritta al punto 4.

Se i gas e gli odorizzanti in esame hanno rette di intensità di odore coincidenti con quelle riportate nell'appendice C ed i quantitativi di odorizzante immesso corrispondono a quelli indicati nel prospetto IX della stessa appendice, si riscontrerà per il gas in esame il grado 2  $\Delta$  di intensità olfattiva alla concentrazione di allarme.

#### D2. Metodo gascromatografico <sup>10)</sup>

Il controllo si esegue impiegando appositi apparecchi, specifici per la rivelazione dei prodotti solforati da impiegarsi quali odorizzanti dei gas.

Tale metodo consente di controllare se il quantitativo di un determinato odorizzante immesso in un determinato gas corrisponde alla specificazione stabilita per quell'odorizzante e per quel gas.

---

10) Il controllo per via gascromatografica non può tuttavia essere effettuato senza aver stabilito in precedenza col metodo olfattivo quale è il quantitativo di un determinato odorizzante che occorre immettere in un gas per ottenere la sua corretta intensità di odore.